



Universitat de Lleida

TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Cristina Paloma Ribas

Titulació: Grau en Enginyeria Química

Títol de Treball Final de Grau: Aplicació dels ultrasons en el depilat oxidant de les pells

Director/a: Esther Bartolí i Josep Maria Morera

Presentació

Mes: Juliol

Any: 2020

Resum

El projecte es basa en la realització del depilat oxidant amb pell de boví però utilitzant com a reactor una cubeta d'ultrasons en comptes del bombo. Els depilats oxidants que es realitzen són el depilat amb recuperació de pèl i el depilat a pèl desfet. També es realitza una prova de depilat reductor, a bombo, per tal de poder tenir una comparativa entre el mètode tradicional de les adoberies i el mètode aplicat en aquest projecte. Es duen a terme diferents proves inicials, de les quals s'extreu la metodologia adequada per aplicar a les proves finals. En aquestes proves finals es realitzen uns assajos físics i químics, on es conclou que les propietats físiques i químiques són similars, de manera que el depilat oxidant a ultrasons seria viable per tal de comercialitzar-lo.

Abstract

The project is based on performing oxidative unhairing with bovine hide but using as a reactor an ultrasonic tank instead of a rotating drum. In this project, the oxidative unhairing processes has been carried out with hair that was previously recovered and also with dissolved hair. Besides, a reductive unhairing with rotating drum test was performed in order to have a comparison between the traditional method of tanneries and the method applied in this project. Different tests were carried out in the beginning to determine the best methodology to be applied to the final tests. In these final tests, physical and chemical test were performed. The final results show that the physical and chemical properties are similar. This means that oxidative unhairing with ultrasounds may be viable for commercialization.

Índex

Resum	I
Abstract	II
Índex	III
Glossari	VI
Índex de figures.....	VII
Índex de taules.....	VIII
Introducció.....	1
Objectius.....	2
I. Part teòrica	3
1. La pell	4
1.1. Pell en brut.....	4
1.2. Epidermis	5
1.3. Dermis.....	5
1.4. Teixit subcutani.....	5
1.5. Glàndules	6
1.6. Tipus de pell	6
2. Química de la pell	7
3. El pèl	8
4. Conservació.....	9
5. Ribera	10
6. Depilat	14
6.1. Enzimàtic.....	14
6.2. Químic.....	14
6.2.1. Depilat reductor	14
6.2.2. Depilat oxidant	16

6.3. Variables del depilat oxidant	18
7. Impacte ambiental	19
8. Efecte mecànic: Bombo vs Ultrasons	21
8.1. Bombos	21
8.2. Aparell d'ultrasons	21
8.2.1. Riscos i normes de seguretat	22
9. Normalització dels assajos del cuir	23
II. Part experimental	24
1. Part pràctica	25
1.1. Introducció	25
1.2. Matèries primeres	25
1.3. Material	26
1.4. Reactius	27
2. Control aparell ultrasons	28
3. Preparació de la pell	29
4. Fórmules generals	30
4.1. Depilat reductor	30
4.2. Depilat oxidant amb destrucció de pèl	31
4.3. Depilat oxidant amb immunització del pèl	32
4.4. Processos: Rendit, Píquel, Adobament, Neutralitzat i Greixatge	33
5. Proves	34
5.1. Proves inicials	34
5.2. Proves finals	37
6. Observacions de les proves 12, 16 i 18	39
6.1. Prova 12: Depilat reductor	39
6.2. Prova 16: Depilat oxidant a pèl desfet	39
6.3. Prova 18: Depilat oxidant a pèl recuperat	39

7. Observació al microscopi	40
7.1. Prova 12: Depilat reductor.....	40
7.2. Prova 16: Depilat oxidant a pèl desfet	41
7.3. Prova 18: Depilat oxidant a pèl recuperat	42
8. Assajos físics i químics.....	43
8.1. Condicionament i tall de mostres.....	43
8.2. Assajos físics i químics.....	43
9. Resultats finals.....	44
Resum i conclusions	46
Recomanacions	47
Agraïments.....	48
Bibliografia.....	49
Annexes	1

Glossari

- ^I FP: Font pròpia.
- ^{II} US: Aparell d'ultrasons.
- ^{III} A.P.: Addicionar producte.
- ^{IV} F.U.: Funcionament dels ultrasons.
- ^V r=Ø: Rodar la pell a bombo fins a travessar, fins arribar al pH desitjat.
- ^{VI} RT: Resistència a la tracció.
- ^{VII} RE: Resistència a l'esquinçament.
- ^{VIII} Tc: Temperatura de contracció.

Índex de figures

<i>Figura 1: Parts de la pell de boví.[FP]</i>	4
<i>Figura 2: Cares de la pell.[20]</i>	4
<i>Figura 3: Estructura de la pell. [21]</i>	6
<i>Figura 4: Estructura del pèl.[22]</i>	8
<i>Figura 5: Conservació per salat.[FP]</i>	9
<i>Figura 6: Fase de remull.[FP]</i>	10
<i>Figura 7: Màquina de descarnar.[23]</i>	10
<i>Figura 8: Comprovació penetració àcid. [12, p. 23]</i>	11
<i>Figura 9: Bany d'adobament.[FP]</i>	12
<i>Figura 10: Comprovació penetració crom.[FP]</i>	12
<i>Figura 11: Comprovació neutralització.[FP]</i>	13
<i>Figura 12: Assecatge de les pells amb tensió.[FP]</i>	13
<i>Figura 13: Reducció de Cistina a Cisteïna.[24]</i>	15
<i>Figura 14: Lantionina.[25]</i>	15
<i>Figura 15: Procés depilat oxidant.[FP]</i>	17
<i>Figura 16: Exemple deteriorament de la flor per altes temperatures depilat oxidant.[FP]</i>	18
<i>Figura 17: Depilat reductor.[FP]</i>	19
<i>Figura 18: Bombo - Planta pilot EPS Igualada.[FP]</i>	21
<i>Figura 19: Esquema bany d'ultrasons.[16]</i>	22
<i>Figura 20: Pell de xai sencera.[FP]</i>	25
<i>Figura 21: Mitja pell de boví.[FP]</i>	25
<i>Figura 22: Aparell Ultrasons H-D J.P. Selecta. [FP]</i>	26
<i>Figura 23: Gràfica control aparell ultrasons.</i>	28
<i>Figura 24: Posició de les mostres[FP]:</i>	35
<i>Figura 25: Prova 12 depilada.[FP]</i>	39
<i>Figura 26: Prova 16 depilada.[FP]</i>	39
<i>Figura 27: Prova 18 depilada.[FP]</i>	39
<i>Figura 28: Ampliació de la flor prova 18.[FP]</i>	39
<i>Figura 29: Mostra prova 12.[FP]</i>	40
<i>Figura 30: Observació prova 12: 12,5x.[FP]</i>	40
<i>Figura 31: Observació prova 12: 20x.[FP]</i>	40
<i>Figura 32: Mostra prova 16.[FP]</i>	41
<i>Figura 33: Observació prova 16: 12,5x.[FP]</i>	41
<i>Figura 34: Observació prova 16: 20x.[FP]</i>	41
<i>Figura 35: Mostra prova 18.[FP]</i>	42
<i>Figura 36: Observació prova 18: 10x.[FP]</i>	42
<i>Figura 37: Observació prova 18: 20x.[FP]</i>	42
<i>Figura 38: Talls provetes.[FP]</i>	43

Índex de taules

<i>Taula 1: Funcions principals de la pell.</i>	4
<i>Taula 2: Tipus de pells.</i>	6
<i>Taula 3: Composició d'una pell bovina.</i>	7
<i>Taula 4: Avantatges i inconvenients del depilat oxidant.</i>	17
<i>Taula 5: Paràmetres de contaminació.</i>	19
<i>Taula 6: Comparativa contaminació de les aigües residuals segons tipus de depilat.</i>	20
<i>Taula 7: Riscos i normes de seguretat ultrasons.</i>	22
<i>Taula 8: Normativa assajos.</i>	23
<i>Taula 9: Material utilitzat.</i>	26
<i>Taula 10: Reactius emprats.</i>	27
<i>Taula 11: Dades control aparell ultrasons.</i>	28
<i>Taula 12: Fases preparació de la pell.</i>	29
<i>Taula 13: Fórmula depilat reductor.</i>	30
<i>Taula 14: Fórmula depilat oxidant.</i>	31
<i>Taula 15: Fórmula depilat oxidant amb immunització.</i>	32
<i>Taula 16: Processos conjunts.</i>	33
<i>Taula 17: Proves inicials.</i>	34
<i>Taula 18: Proves finals.</i>	37
<i>Taula 19: Resultats finals assajos físics i químics.</i>	44

Introducció

Actualment les adoberies són unes indústries potencialment contaminants degut a dues de les seves operacions en el procés d'adobament, el depilat i l'adobament. Aquestes etapes generen una gran despesa d'aigua i una alta contaminació en les aigües residuals.

El depilat utilitzat habitualment en les adoberies utilitza calç i sulfur, com el sulfur de calci o el sulfur de sodi, tot i que és més habitual el sulfur de sodi, ja que dona sals solubles. Aquests productes utilitzats generen un depilat fàcil de controlar, efectiu i tenen un baix cost econòmic. Com a principals inconvenients hi ha la gran contaminació en les aigües residuals i el risc de generar àcid sulfhídric, gas altament tòxic i perillós per a la salut dels treballadors, causant de molts accidents al llarg de la història del sector.

En vista de la problemàtica que genera el depilat reductor, s'han realitzat diversos estudis per buscar solucions, com l'estudi [1], on es prova el depilat amb productes oxidants com el peròxid d'hidrogen i l'addició d'amines en medi bàsic, per tal de dur a terme un depilat més sostenible i menys perillós.

La gran despesa d'aigua donada en l'etapa de depilat també és un problema a solucionar, donant pas a una nova via d'estudi de recirculació de banys. La investigació [2] combina el depilat oxidant i la recirculació de banys per a optimitzar el consum d'aigua.

El pèl que s'elimina en el procés de depilat proporciona una alta càrrega en les aigües residuals i per tal de disminuir-la, es van realitzar estudis com [3] on s'esbrina que es pot recuperar el pèl mitjançant una immunització prèvia al depilat amb hidròxid de calci.

Les línies d'investigació anteriors s'han seguit millorant i complementant. Per exemple, en l'estudi [4], combinen del depilat oxidant amb recuperació de pèl i la recirculació d'aigües, demostrant un estalvi d'aigua i una reducció de la contaminació. L'estudi [5] també està relacionat amb la contaminació de les aigües residuals, on es demostra, mitjançant una comparativa entre depilats, que el depilat oxidant redueix la DQO i elimina per complet els sulfurs de les aigües. Altres estudis com [6] demostren que en les aigües dels depilats oxidants es redueixen tots els paràmetres, en excepció dels nitrògens que augmenten.

La qualitat del cuir acabat és fonamental per a la seva comercialització. Per aquest motiu, autors com els de l'estudi [6] han comprovat que el depilat oxidant compleix els paràmetres físics i químics del depilat reductor, però en [3] es troba que els depilats oxidants tenen uns valors menors als dels depilats reductors.

Altres treballs com [7] busquen la reducció de productes utilitzats en el depilat reductor tradicional mitjançant la combinació de depilat oxidant i depilat reductor.

El crom és un producte altament contaminant el qual s'ha de tractar en les depuradores. En l'estudi [8] s'ha descobert que en els depilats oxidants les quantitats de crom absorbides per les pells són majors, de manera que es disminueix significativament aquest contaminant en les aigües residuals i es pot obtenir un estalvi econòmic, ja que no es requereix tant producte per a l'adobament.

Aquest projecte intenta esbrinar i obrir un nou camp d'investigació en l'àmbit de l'efecte mecànic, substituint el bombo tradicional per un bany d'ultrasons en la realització del depilat oxidant de les pells.

Objectius

Aquest treball té per objectiu explorar la possibilitat de la utilització dels ultrasons com a alternativa a l'efecte mecànic proporcionat pels bombos en el depilat oxidant de les pells. Aquest objectiu implica obrir la porta a posteriors recerques per tal de trobar un nou sistema de depilat que, comparat amb el tradicional, redueixi l'impacte mediambiental i millori la seguretat de la salut dels treballadors. Per assolir aquest objectiu global es volen assolir els següents objectius parcials:

- Esbrinar la influència dels principals paràmetres físics variables del procés (temperatura, posició de la pell, volum de bany i temps)
- Esbrinar la influència dels principals paràmetres químics variables del procés (concentració de productes químics)
- Dissenyar fórmules vàlides per a depilats oxidants amb i sense recuperació de pèl

I. PART TEÒRICA

1. La pell

La pell és una substància heterogènia constituïda per una capa de proteïnes, principalment col·lagen i coberta per diverses capes i pèls, que realitzen una funció protectora, entre d'altres.[9, p. 1]

Taula 1: Funcions principals de la pell.

Regulació de la temperatura del cos.
Eliminació de substàncies.
Percepció de sensacions tèrmiques, tàctils i sensorials.
Emmagatzematge de substàncies grasses.
Protecció contra bacteris i agents externs.
Indicador de: edat, sexe, dieta, medi ambient i salut.

1.1. Pell en brut

En una pell es poden distingir tres zones: [9, p. 1-2]

- Coll: zona del coll i del cap de l'animal. Molt irregular a nivell de gruix i estructura tova, marcant nombroses i profundes arrugues. Aproximadament és un 26% de la pell.
- Crupó: regió dorsal i lumbar de l'animal. Part més homogènia, compacte i valuosa. Aproximadament és un 46% de la pell.
- Faldes: regió del ventre i les potes. Moltes irregularitats a nivell de gruix. Es troba en les aixelles les parts més toves de la pell. Aproximadament és un 28% de la pell.

Es poden diferenciar dues cares:

- Flor: part externa de la pell, la que conté pèl.
- Costat de la carn: part interna de la pell, també anomenada serratge.

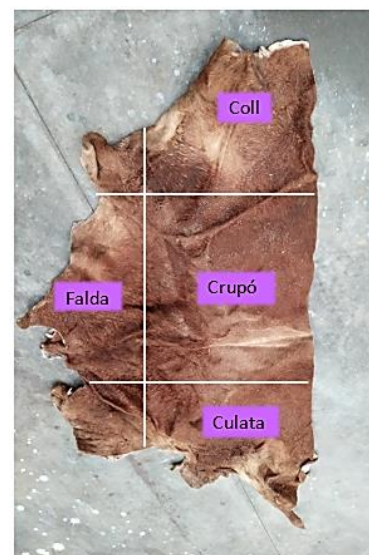


Figura 1: Parts de la pell de boví.[FP]¹

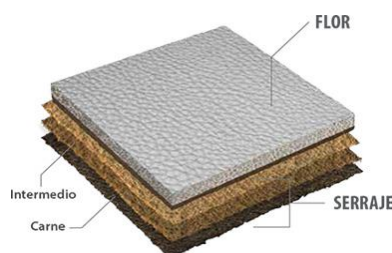


Figura 2: Cares de la pell.[20]

¹ FP: Font pròpia.

Observant l'estructura de la pell es diferencien tres parts:

- Epidermis
- Dermis
- Teixit subcutani

1.2. Epidermis

És una capa fina, 1% de gruix de la pell. Aquesta capa s'elimina durant el depilat.[9, p. 4-6]

En l'epidermis es troben les següents capes:

- Capa còrnia: les cèl·lules es van assecant progressivament, perdent nuclis i obtenint forma d'escames. Aquest procés degeneratiu es coneix com a queratinització.
- Capa granular: on es realitza la degeneració dels nuclis.
- Capa mucosa de Malpighi o capa basal: capa més profunda i pròxima a la dermis. Cèl·lules d'aspecte gelatinós i de poca resistència, per tant, fàcilment atacables per bacteris de putrefacció i enzims com NaOH, Ca(OH)₂, Na₂S i NaHS.
- Pèl: és la producció epidèrmica més important pel sector de l'adoberia. L'arrel es troba dins d'unes bosses anomenades fol·licle pilós.

1.3. Dermis

Capa posterior a l'epidermis, separada d'aquesta per la membrana hialina (flor del cuir acabat). Representa aproximadament el 84% del gruix total de la pell, i és la part que s'utilitza per a la realització de l'adobament. La dermis conté principalment fibres de col·lagen, tot i que també conté altres elements.[9, p. 9-11], [10, p. 29-30]

Es pot distingir:

- Capa de flor o papil·lar: des de la membrana hialina fins a la base del fol·licle pilós. Formada per fibres de col·lagen. És la capa que proporciona un aspecte estètic.
- Capa reticular: des de la base del fol·licle pilós. Formada per fibres gruixudes i fortes entrecreuades. És la capa que proporciona estructura i també anomenada serratge.

1.4. Teixit subcutani

Part que constitueix el 15% del gruix total de la pell, i s'elimina en l'operació de descarnat. Conté vasos sanguinis i fibres, entre les quals es poden trobar cèl·lules de grassa, proporcionant-li a aquesta part també el nom de teixit adipós. El conjunt s'anomena "carn" o "carnassa".[9, p. 15]

1.5. Glàndules

En la pell es troben dos tipus de glàndules:[9, p. 8-9]

- Sebàcies: situades en la part superior de la dermis, al mateix nivell del bulb pilós. Tenen forma de bosses, les quals generen productes grassos que després es segreguen. Aquesta grassa serveix per lubricar el pèl i la capa còrnia de l'epidermis.
- Sudorípares: situades a la mateixa alçada i situació que les sebàcies. La seves funcions són eliminar les substàncies no desitjades que genera la suor i regular la temperatura del cos.

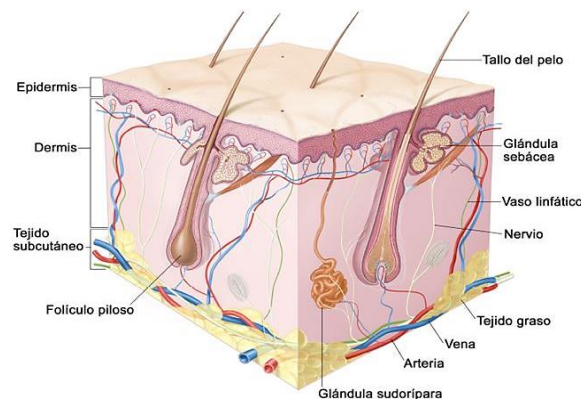


Figura 3: Estructura de la pell. [21]

1.6. Tipus de pell

En la indústria adobera es troben diferents tipus de pell.[10, p. 30-32]

Taula 2: Tipus de pells.		
<u>Bovina</u>	<u>Ovina</u>	<u>Altres</u>
Vedella	Xai	Porc
Jòneg	Cabra	Equins
Vaca		Rèptil
Bou		
Toro		

2. Química de la pell

Generalment la composició de la pell pot variar en funció del tipus d'animal i del pelatge d'aquest.

Taula 3: Composició d'una pell bovina.

<u>Component</u>	<u>%</u>
Aigua	64
Proteïnes	33
Greixos	2
Substàncies minerals	0,5
Altres	0,5

S'observa que el component principal de la pell bovina és l'aigua en un 64%, on aproximadament un 20% d'aquesta es troba combinada amb les fibres de col·lagen i la resta es troba de forma lliure proporcionant humitat.

El 33% són proteïnes, majoritàriament fibroses, un 95% col·lagen, component ric en hidroxiprolina i resistent als agents reductors en medi alcalí al no tenir cistina. També es pot trobar queratina en un 1-2% proporcionant un alt grau d'estabilitat gràcies al seu pont disulfur i elastina en un 1% proporcionant resistència als àcids i als àlcalis. També es troben proteïnes no fibroses com les albúmines i les globulines, caracteritzades per ser molt reactives i solubles gràcies a les seves estructures. Poden ser hidrolitzades per enzims i desnaturalitzades per calor.

En un 2% hi ha els greixos, els més abundants són els triglicèrids. La seva funció és de reserva nutritiva i generen el teixit adipós. També conté fosfoglicèrids que es troben en la capa de la flor i ceres, que són èsters d'àcids grassos de les glàndules sebàcies i del pèl de l'animal.

Un 0,5% són les substàncies minerals, on s'inclourien els fosfats, carbonats, sulfats, sofre, ferro i diferents tipus de clorurs, majoritàriament el clorur de sodi. [9, p. 25-27]

3. El pèl

El pèl és una part fonamental per a l'adober, ja que és un tema a tractar en l'àmbit d'impacte ambiental i un producte reutilitzable al ser ric en queratina.

En el pèl es pot diferenciar:

- Arrel: situada en la part interna de la pell, en el fol·licle pilós. Al seu interior té el bulb pilós, que connecta amb la papil·la i els capil·lars sanguinis.
- Tall: situat en la part externa de la pell, allargat.

El fol·licle pilós està format per:

- Beina epitelial externa: capa mucosa de Malpighi, la qual es troba dins de la dermis.
- Papil·la: forma la base del fol·licle pilós i està constituïda per la beina epitelial externa.
- Beina epitelial interna: funda unida a l'arrel del pèl i recobreix fins a un terç de l'alçada del fol·licle pilós.

Es troben dues classes de pèl. Els papil·lars, que tenen un creixement finit de longitud determinada, sedosos i curts, on la papil·la deixa d'alimentar l'arrel i frena el creixement d'aquest. Aquests es troben fortament enganxats a la pell. I els primaris, els quals són la conversió dels papil·lars a pèls més forts i llargs. En els pèls primaris es distingeixen tres parts: [9, p. 6-8]

- Medul·la: part central del pèl.
- Còrtex: principal constituent del pèl. Zona on comença el procés de queratinització.
- Cutícula: part externa del pèl.

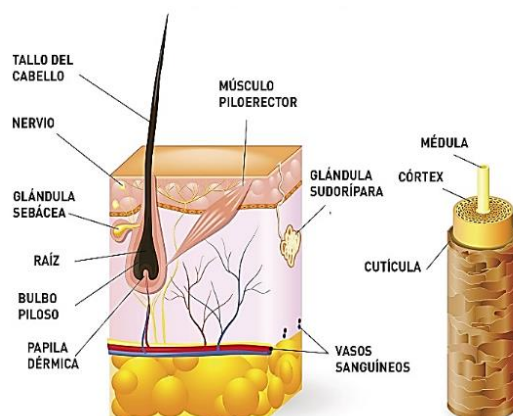


Figura 4: Estructura del pèl.[22]

4. Conservació

La pell de l'animal un cop sacrificat inicia un procés de degradació. Entre aquesta degradació hi ha:

- Autòlisis: degradació generada pels enzims propis de la pell.
- Putrefacció: degradació per creixement de bacteris.

La conservació té com a objectiu principal evitar aquests processos a través d'un tractament que busca la deshidratació de la pell. Hi ha diversos tractaments:[10, p. 55-60]

- Assecatge: extracció de la humitat de la pell deixant només un 12-15% d'aigua. El millor mètode és assecar a l'ombra, ja que proporciona uniformitat. No s'aplica en pells bovines, ja que disminueix la qualitat.
- Salat: la sal és deshidratant i antibacteriana. Permet conservar la pell durant llargs terminis.
- Piquelat: s'utilitza en pells ovines. Es realitza un píquel amb sal, àcid sulfúric i opcionalment fungicida.
- Adobament: realització d'adobament vegetal, al crom (*wet-blue*) o a l'alumini (*wet-white*).



Figura 5: Conservació per salat.[FP]

5. Ribera

La fase de Ribera inclou les fases de: Remull, Depilat, Descarnat, Dividit, Desencalçinat, Rendit, Desgreixatge, Píquel, Adobament, Repòs, Escorregut, Rebaixat, Neutralització, Readobament, Tintura, Greixatge i Assecatge.

Remull

Abans d'iniciar el remull, a la pell en brut se li extreuen les parts que no interessin, com les potes, la cua i el cap.

Aquesta fase té com a objectiu rehidratar la pell i netejar-la de sang, brutícia, microorganismes i productes de la conservació, com sal i altres. S'afegeixen productes com tensioactius i alguna petita quantitat d'àlcali per acabar de realitzar amb èxit la neteja. També s'hi poden afegir productes basificants per neutralitzar els àcids grassos, sals i enzims per solubilitzar les proteïnes i antisèptics i bactericides per evitar el creixement de bacteris. L'efecte mecànic també contribueix a la neteja. Aquesta fase pot durar entre 12 i 24 hores depenent del tipus de conservació.[10, p. 5], [11, p. 13]



Figura 6: Fase de remull.[FP]

Depilat

Un cop està la pell neta i hidratada, es realitza el depilat. L'objectiu és extreure el pèl mitjançant la hidròlisi química. [11, p. 21]

En l'apartat 6 es detalla el procediment del depilat.

Descarnat

En aquesta fase s'extreu tota la part de la carn i grassa que porta la pell. És important realitzar l'operació en les primeres etapes per tal de facilitar la penetració dels productes químics de les fases posteriors. Es requereix una maquinària especial per a l'operació, la màquina de descarnar. [10, p. 86], [11, p. 33]



Figura 7: Màquina de descarnar.[23]

Dividit

Amb la màquina de dividir, es dividirà la pell en dues parts: la flor i el serratge.[10, p. 7]

Desencalcinat

Serveix per eliminar els productes àlcals que hi hagi en la pell i en les seves fibres. Es realitza un procés de solubilització, on el pH oscil·la entre 8 i 9, i es fa a una temperatura aproximada de 35 °C per afavorir el posterior rendit.

Els productes àlcals s'han d'eliminar, ja que poden crear problemes en l'adobament disminuint la qualitat de la pell generant taques i/o poca resistència del cuir final obtingut. [10, p. 7]

Rendit

Les seves finalitats són debilitar l'estructura del col·lagen amb l'ajuda d'enzims proteolítics i eliminar les restes de pèls, epidermis i grassa que puguin haver quedat en la pell. Es requereix una temperatura aproximadament de 35-40 °C i un pH entre 8-9.[10, p. 8]

Desgreixatge

Es realitza habitualment en pells ovines i porcines. El greix de la pell perjudica la penetració dels productes a la pell i pot ocasionar taques. Es pot realitzar després del rendit o del píquel.[10, p. 8-9]

Píquel

Aquesta etapa consisteix en afegir a la pell solucions àcides i sal comú, preparant aquesta per a l'adobament.

Són importants els controls del procés, entre ells: [12, p. 22]

- Concentracions de les sals: com a mínim s'ha de tenir un grau baumè de 6 (6 °Bé).
- Temperatura: la temperatura més favorable és entre 20 i 30°C. En el cas de tenir una temperatura superior hi pot haver un deteriorament de la proteïna.
- pH final del bany: pH pròxim a 3.
- Grau de penetració de l'àcid: s'ha de controlar visualment que tot l'àcid hagi penetrat dins la pell, obtenint un color uniforme groc al mirar el tall amb verd de bromcresol.

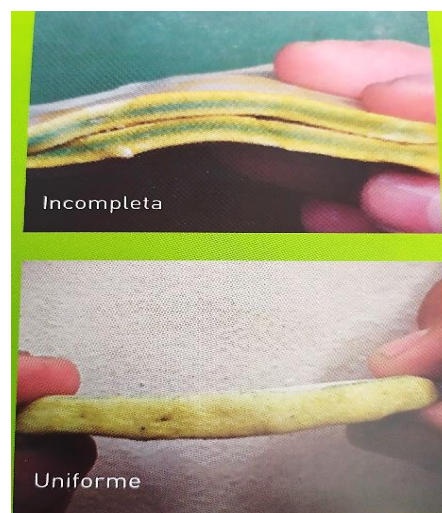


Figura 8: Comprovació penetració àcid. [12, p. 23]

Adobament

Fase on s'estabilitza el col·lagen, substituint els ponts d'hidrogen, de manera que no hi hagi la possibilitat de que la pell es torni dura i translúcida. Aquesta fase proporciona resistència a la temperatura i li dóna qualitats a la pell aptes pel posterior ús. Per adobar s'utilitzen extractes vegetals o sals de crom.[10, p. 10]

En el procés d'adobament hi ha tres factors a controlar:[12, p. 56-58]

- Volum del bany: es requereix aproximadament un 70% del bany del píquel.
- Temperatura: inicialment de 20-25 °C i s'augmenta progressivament fins a 40-45 °C. Afavoreix la velocitat del procés i incrementa la velocitat de reacció del crom amb el col·lagen.
- pH del bany i basificants: la fixació del crom al col·lagen es realitza a mesura que augmenta la basicitat.



Figura 9: Bany d'adobament.[FP]



Figura 10: Comprovació penetració crom.[FP]

Escorregut. Rebaixat

Un cop finalitzat el neutralitzat cal reposar la pell per permetre que el producte es fixi adequadament.

Posteriorment s'escorrerà, ja que conté un 70-75% d'aigua i amb aquest percentatge d'aigua les pells no es poden rebaixar, aleshores és necessari disminuir la humitat de la pell fins a un 50-55%.

El rebaixat és el procés utilitzat per igualar i deixar a un gruix determinat el cuir.[10, p. 155-158]

Neutralització

L'objectiu és eliminar les sals neutres, les sals de crom sense fixar, l'acidesa procedent de les operacions anteriors i modificar la càrrega del cuir.

A més, evita possibles problemes d'irritació de pell al consumidor i afavoreix la penetració dels productes utilitzats en les fases de tintura i greixatge.[10, p. 16 i 161]



Figura 11: Comprovació neutralització.[FP]

Readobament

Introducció de substàncies per modificar les propietats del cuir en funció del seu ús. S'utilitza per a donar millor qualitat a la pell, ja que proporciona propietats a la pell com suavitat, plenitud, millor aspecte de la flor i resistència al suor entre altres. [10, p. 17]

Tintura

En aquesta fase es busca canviar el color de la pell adobada tenyint-la del color desitjat. Es tenen diferents colorants: àcids, directes, bàsics i de complex metàl·lic.[10, p. 19-20]

Greixatge

Serveix per obtenir les fibres separades i lubricades perquè el cuir no es trenqui en assecar-lo i proporcioni una bona flexibilitat i tacte.

Es realitza una emulsió amb aigua calenta i diferents tipus d'olis, i es deixa rodar fins que penetri. Finalment s'afegeix un àcid, com l'àcid fòrmic, perquè aquests olis acabin fixant-se en la pell. La pell acabada es deixa reposar, escórrer i/o repassar.[10, p. 20-21]

Assecatge

Les pells un cop escorregudes s'han de deixar assecar, operació on es deixa evaporar l'aigua de la pell. Es pot realitzar de dues maneres: assecatge sense tensió o estirant-lo. Un cop sec el cuir s'ha de deixar reposar unes 48 hores en un ambient amb la humitat controlada.[10, p. 22-23]



Figura 12: Assecatge de les pells amb tensió.[FP]

6. Depilat

La història del depilat s'inicia utilitzant únicament calç i el procés podia durar fins a un mes. Amb el temps es va anar evolucionant i actualment s'utilitzen altres mètodes.

L'objectiu del depilat és l'eliminació de l'epidermis i del pèl o llana, així com també produir un afluirament de l'estructura fibrosa del col·lagen per preparar la pell per als processos posteriors.

S'aprofita la debilitat de les proteïnes en la capa basal per atacar-la, ja que és la zona amb més activitat metabòlica i per tant, la queratina és més reactiva químicament. Per degradació hidrolítica, es trenca la unió entre la dermis i l'epidermis i alhora l'arrel del pèl s'estova, facilitant la separació entre el pèl i la pell mecànicament.

A part, es troben altres processos com la hidròlisi del col·lagen, l'inflament de la pell i l'eliminació de greixos gràcies a la saponificació de la grassa de la pell. [9, p. 117-118], [10, p. 75-79]

Hi ha diferents tipus de depilat: el depilat enzimàtic i el depilat químic.

6.1. Enzimàtic

El depilat enzimàtic es basa en l'atac d'enzims de la pell o de preparats enzimàtics a la capa de Malpighi i a les cèl·lules del fol·licle pilós.

Dins el depilat enzimàtic es troba el depilat per resuat, que consisteix en deixar que la flora bacteriana creixi, s'obtenen enzims i aquests hidrolitzen la proteïna de la epidermis, permetent que el pèl es pugui extreure fàcilment.

L'altre depilat enzimàtic són els preparats enzimàtics, els quals es distribueixen sobre la cara de la carn de la pell i s'apilen les pells durant unes 18-24 hores per a que reposin. Posteriorment es realitza un tractament amb calci i sulfur per inflar la pell.

Actualment aquests mètodes són poc utilitzats.[10, p. 75-76]

6.2. Químic

Dins del depilat químic es pot trobar el depilat reductor, que es realitza amb sulfur de sodi i hidròxid de calci i el depilat oxidant, que utilitza peròxid d'hidrogen.[9, p. 118]

6.2.1. Depilat reductor

Sulfur de sodi

És el principal producte emprat pel depilat químic tradicional. Es caracteritza per ser molt soluble, i per tant, funciona molt bé en els bombos, ja que penetra en la pell sense problemes. S'acostumen a utilitzar

concentracions d'entre 1-3% de sulfur de sodi i es realitza amb rotació lenta. Per evitar l'inflament de la pell es poden utilitzar sals neutres.

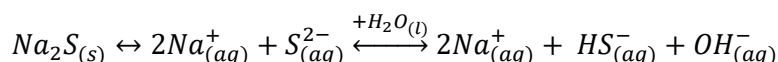
Els sacs de sulfur de sodi han d'estar ben tancats, ja que si entra en contacte amb l'aire, aquest es pot oxidar produint la següent reacció:



El depilat reductor hidrolitza les proteïnes protoplasmàtiques i la queratina del pèl, de manera que és un depilat molt efectiu. A més, és un procés econòmic.

Aquest depilat té una ràpida absorció dels sulfurs per part de la queratina, de manera que ràpidament disminueix la concentració de sulfurs del bany. Alhora aquests banys es concentren de productes derivats del sofre i de productes derivats de la hidròlisi de la queratina. La dissolució de la queratina va en funció del pH del bany i de la concentració de sulfur.

Dins dels banys es troben els ions:



El procés de depilat es realitza en dues fases:

1. Reducció de la cistina a cisteïna: ruptura dels ponts disulfurs de la cistina convertint-la en cisteïna.
2. Hidròlisi de la queratina: degradació hidrolítica mitjançant ions OH^- .

A vegades s'inicia aquest tipus de reaccions amb NaHS, però és menys reductor que el sulfur. S'utilitza per arribar al pH desitjat, que seria entre 12-13, afegint calç.

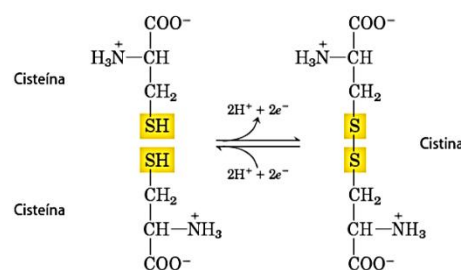
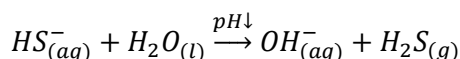


Figura 13: Reducció de Cistina a Cisteïna.[24]

Si no s'aconsegueix un pH suficientment alt en els banys, es pot generar gas sulfhídric. S'ha de tenir especial precaució amb aquest gas, ja que és molt tòxic i perjudicial per a la salut dels treballadors de les adoberies. [9, p. 121-122], [10, p. 77-78]



Hidròxid de calci

L'hidròxid de calci s'utilitza per a realitzar un depilat en el qual s'immunitza el pèl i posteriorment es realitza el depilat. En el procés de depilat és dissol l'arrel del pèl, de manera que es pot desenganxar amb facilitat i aquest queda en el bany. Això és gràcies als compostos de lantionina que són difícils de dissoldre. L'hidròxid de calci realitza un efecte liotròpic, de manera que trenca els ponts d'hidrogen solubilitzant les

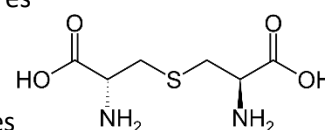
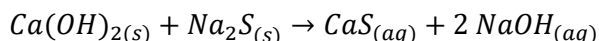


Figura 14: Lantionina.[25]

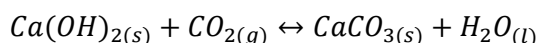
proteïnes. Aquest pèl es filtra i d'aquesta manera es disminueix la càrrega biològica que porten les aigües residuals i es pot reutilitzar la queratina del pèl.

La filtració es realitza en cicle tancat fins que no queden restes de pèl en el bany. Aproximadament es requereixen entre 30 i 120 minuts per tot el procés. Aquests filtres són uns cilindres de rotació amb malla trapezoïdal. El procés funciona amb un by-pass i un dispositiu d'aspiració interna.

A continuació es pot veure la reacció entre l'hidròxid de calci i el sulfat de sodi en el cas del depilat reductor amb recuperació de pèl.



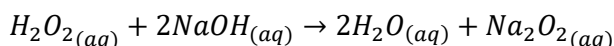
Els banys es preparen amb excés d'hidròxid de calci, ja que aquest producte té una baixa solubilitat i així es pot mantenir el pH i la saturació del bany. A més, aquest va disminuint la seva concentració en fixar-se en la pell o en forma de carbonat de calci insoluble. [9, p. 123], [10, p. 78-79], [13, p. 51-52]



6.2.2. Depilat oxidant

El depilat oxidant és una via alternativa al depilat tradicional que està en estudi actualment, però ja hi ha antecedents on s'ha vist que és una operació viable. Aquesta seria una alternativa exempta de sulfurs, de manera que es reduiria una fase del tractament de les aigües.

Aquest depilat consisteix en substituir el sulfur de sodi del depilat reductor per peròxid d'hidrogen, un agent fortament oxidant, que en medi alcalí té la capacitat de desfer el pèl. El pH mínim ha de ser 12,5-13, i s'aconsegueix amb l'addició de productes bàsics com l'hidròxid de sodi.



Aproximadament s'afegeix un 6% de peròxid d'hidrogen per a un depilat satisfactori. S'ha descobert que l'addició d'amines en una proporció aproximadament de 0,8% ajuda a obtenir uns millor resultats pel que fa a la mecanització que les pells tractades únicament amb peròxid d'hidrogen, ja que fa que no rellisquin tant.

El pèl que hi ha en suspensió en les aigües es pot separar, precipitar i filtrar posteriorment, de manera que els banys podrien ser reutilitzats i la queratina del pèl recuperada. D'aquesta manera hi hauria un estalvi d'aigua i una càrrega de les aigües residuals menor.

A nivell de propietats físiques però, les pells depilades amb peròxid d'hidrogen i amines presenten una força de tracció i d'esquinçament menor a les pells depilades amb el procés tradicional. Però si la quantitat de crom absorbida per la pell és la mateixa que en el depilat reductor, les propietats físiques no es veuen afectades pel tipus de depilat.

Aquest tipus de depilat oxidant també es pot realitzar amb recuperació de pèl, immunitzant-lo prèviament amb hidròxid de calci. Tot i així la immunització no pot ser completa, ja que sinó, no es podria extreure el pèl

de la pell. Aquí s'obté un pèl sencer, és a dir, sense tenir la proteïna pràcticament danyada.[1], [2, p. 45-48], [3], [7], [8]

A continuació es mostra una taula amb els avantatges i els inconvenients d'aquest depilat:[2, p. 46], [14, p. 47-58]

<i>Taula 4: Avantatges i inconvenients del depilat oxidant.</i>	
<u>Avantatges</u>	<u>Inconvenients</u>
Eliminació dels sulfurs i derivats de les aigües residuals, com a conseqüència, aigües més netes	Descarnat de la pell previ al depilat
Reutilització dels banys	Control estricte de la temperatura i productes, ja que la reacció és exotèrmica
Reducció de mals olors en les adoberies	Bombos de fusta no aptes per aquest procés, es requereixen bombos d'altres materials
Separació i recuperació del pèl/queratina de les aigües residuals	
Obtenció de flors suaus	

Aquest depilat proporciona unes aigües residuals més netes i l'eliminació de gasos sulfurosos, dos aspectes molt importants per a l'impacte ambiental.

En la *Figura 15* es pot veure un exemple del transcurs d'un depilat oxidant.



Figura 15: Procés depilat oxidant.[FP]

6.3. Variables del depilat oxidant

És imprescindible tenir en compte les variables que poden afectar en el teu procés, ja que determinen el mètode de depilat. Aquestes són:

- Temperatura: les temperatures altes afavoreixen el depilat, però una temperatura massa alta pot provocar el deteriorament de la flor de la pell.[10, p. 80]
- pH: el pH com a mínim ha d'estar entre 12,5-13, ja que sinó no es produeix la hidròlisi del pèl.
- Temps: controlar el temps de depilat fins a obtenir els resultats desitjats.
- Volum bany: s'ha de tenir suficient bany per als reactius, aproximadament un 30%.

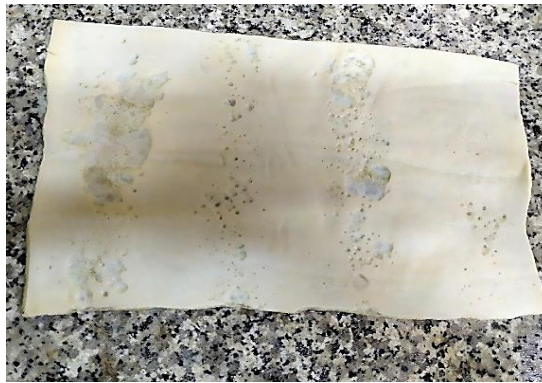


Figura 16: Exemple deteriorament de la flor per altes temperatures depilat oxidant.[FP]

7. Impacte ambiental

Les adoberies són indústries potencialment contaminants i generen un fort impacte ambiental.

Tant en el depilat com per altres operacions es requereixen grans quantitats d'aigua generant una gran despesa. A més, aquesta aigua acostuma a anar acompanyada de productes químics. Per tant, les adoberies han de tenir un pla de depuració.[10, p. 82]

A continuació es troba una taula on es mostren les diferents operacions i el percentatge de contaminació de cadascuna.[9, p. 625]

Taula 5: Paràmetres de contaminació.					
	Remull	Depilat	Desencalçinat/Rendit	Píquel/Adobament	Altres
DBO	10 %	70 %	3 %	1,2 %	15,8 %
DQO	15 %	55 %	3 %	1 %	26 %
MES	5 %	55 %	-	-	40 %
Salinitat	60 %	-	8 %	25 %	7 %
Toxicitat	-	76 %	-	24 %	-

S'observa que el depilat és l'operació que més contaminació genera respecte les altres operacions de Ribera. Un 70% de la DBO prové del depilat. Els valors de la DQO i de la MES són els dos de 55%, i la toxicitat produïda pel depilat és del 76%. Les aigües porten un alt contingut de productes àlcalis, proporcionant un pH 12-14 en l'aigua, altes concentracions de pèl, proteïnes com queratina, calci, sulfurs i greixos. [9, p. 652]

En la *Figura 17* es pot veure un exemple de l'aigua resultant de l'operació de depilat reductor, on s'aprecia perfectament una aigua plena de càrrega i de restes de pèls.

La mesura que s'han pres per reduir la càrrega de les aigües és realitzar un depilat on s'immunitzi el pèl i es pugui separar amb uns filtres. També s'utilitza la recirculació de banys residuals, reduint la quantitat d'aigua utilitzada. [10, p. 82]

Els productes utilitzats pel depilat reductor són perillosos, ja que poden generar gasos, com per exemple, l'àcid sulfhídric. Aquest es genera en els processos de depilat si el pH no és suficient bàsic o si es mesclen dissolucions alcalines riques en sulfurs amb dissolucions àcides. Aquest gas és incolor, més dens que l'aire, té una olor particular a "ous podrits" i és tòxic. Aquest únicament es detecta en concentracions baixes (1ppm), però en concentracions altes (150ppm) no, ja que provoca una paràlisi del nervi olfactiu de manera que és indetectable a l'olfacte humà. A concentracions pròximes a 700 ppm és mortal. La mesura preventiva aplicada és tenir una bona ventilació. [15]



Figura 17: Depilat reductor.[FP]

El depilat pot comportar problemes de salut als treballadors de les adoberies i per tant, s'ha d'estudiar una via alternativa. Aquesta nova via d'estudi seria realitzar un depilat oxidant, on es canvien els productes generadors de sulfurs per altres menys tòxics.

A continuació es pot observar una comparativa entre contaminants de sortida de les aigües per cada tipus de depilat.[6]

Taula 6: Comparativa contaminació de les aigües residuals segons tipus de depilat.

<i>kg producte/t pell salada</i>	<u>DQO</u>	<u>Clorurs</u> (Cl ⁻)	<u>Sulfats</u> (SO ₄ ²⁻)	<u>MES</u>	<u>Nitrogen</u> (NH ₄ ⁺)	<u>Sulfurs</u> (S ²⁻)
<u>Depilat oxidant a pèl desfet</u>	85,93	32,92	3,31	58,73	8,05	0,00
<u>Depilat reductor</u>	106,01	38,75	5,74	59,94	5,90	4,63
<u>Dep. Oxidant respecte Dep. Reductor</u>	-18,94%	-15,04%	-42,33%	-2,02%	+36,44%	-100%
<i>Valors extrets de la mitjana de tres determinacions, ±5,00%.</i>						

Es pot observar en la *Taula 6*, l'estudi [6] ha realitzat una comparativa entre les aigües residuals del depilat oxidant i del depilat reductor. Com es pot veure, els contaminants són els mateixos en els dos tipus de depilats, en excepció dels sulfurs, els quals s'eliminen per complet en el depilat oxidant. Aquesta és una de les principals finalitats buscades pel depilat oxidant.

S'observa que a part de la reducció dels sulfurs, en el depilat oxidant es redueixen pràcticament tots els paràmetres contaminants, en excepció dels nitrògens, que augmenten un 36%. Aquest fet probablement és degut a que l'aigua oxigenada genera una major hidròlisis del col·lagen. També pot influir l'addició d'amines del procés oxidant. Destacar que alguns contaminants es redueixen significativament com la concentració de sulfats que es minimitza un 42% i la DQO en casi un 20%.

També s'ha descobert que el depilat reductor absorbeix menys sal de crom en el procés d'adobament que en el depilat oxidant. És a dir, el depilat oxidant amb menys quantitat de crom en l'adobament pot absorbir la mateixa quantitat de crom que el procés de depilat reductor, generant així una disminució de la càrrega de crom en les aigües residuals.

Aquesta nova via és econòmica i la qualitat de la pell no es veu afectada. A més, és un procediment on fàcilment es pot crear una maquinària compatible.[3]–[5]

8. Efecte mecànic: Bombo vs Ultrasons

Per a poder realitzar les diferents operacions amb les pells es necessita que els reactius utilitzats penetrin dins d'aquestes. Això s'aconsegueix amb ajuda de l'efecte mecànic.

En la indústria del cuir s'acostumen a utilitzar tines, molinetes i/o bombos. També s'estudiarà l'aparell d'ultrasons per a l'operació de depilat.

8.1. Bombos

El bombo és la maquinària més utilitzada en la indústria del cuir, ja que és la màquina que més efecte mecànic produeix en la pell. El funcionament seria similar al d'un reactor el qual gira i dins conté la pell amb els reactius. Els bombos són una molt bona opció, ja que es poden controlar variables com la velocitat, la temperatura, el temps i el sentit de rotació.

Dins el bombo es troben les pales i els pivots que són els responsables de produir un efecte mecànic a les pells juntament amb la força centrífuga.

Poden ser de diferents materials, com polièster amb fibra de vidre, fibra de vidre-epoxi o acer inoxidable, però els més habituals són la fusta i el polipropilè. Aquest material variarà en funció del seu ús i del tipus de reactius que es vulguin utilitzar.[10, p. 63], [13, p. 19-24]



Figura 18: Bombo - Planta pilot EPS Igualada.[FP]

8.2. Aparell d'ultrasons

Els ultrasons generen sons de freqüències imperceptibles per la nostra oïda, ja que presenten freqüències d'entre 20 kHz i més de 100 MHz. Són usats com a tècnica addicional per activar reaccions químiques, com la pressió, la calor, l'electricitat o la llum, millorant la velocitat i el rendiment. Aquest procés d'ús dels ultrasons per a reaccions químiques rep el nom de sonoquímica.

Els sons es propaguen pel medi a través del bany gràcies a les ones de compressió i expansió, i treballen a una freqüència d'entre 30 i 50 kHz.

El bany està compost per un recipient d'acer inoxidable i en la base es col·loca el transductor, el qual és el component electromecànic encarregat de generar els ultrasons. Dins del recipient s'introdueix aigua ultrapura o destil·lada.

Normalment per a realitzar una reacció s'utilitza un recipient a part, com un matràs que conté la mescla de reacció, el qual s'introdueix dins el bany, ja que així s'eviten problemes de corrosió en les parets del bany i s'obté una distribució uniforme de l'energia en el medi de reacció.

La temperatura és un factor important en una reacció, ja que aquesta en augmentar provoca un increment de l'energia cinètica, proporcionant més velocitat a les molècules i per tant, més xocs efectius.

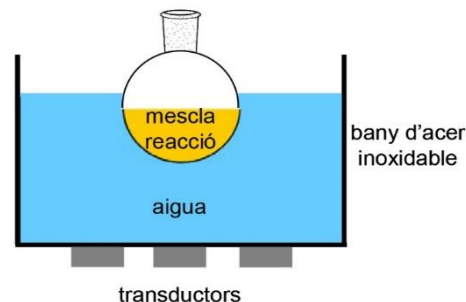


Figura 19: Esquema bany d'ultrasons.[16]

El control de la temperatura en els banys d'ultrasons no acostuma a ser massa precís, de manera que és necessari un control extern de la temperatura tant del bany com de la mescla de reacció.

S'acostuma a treballar al voltant dels 40 °C i en el cas de requerir unes condicions tèrmiques de treball inferiors a 40 °C es necessita un sistema de refredament, com un bany líquid circulant, o un sistema de refredament extern, com un bany de gel.

L'agitació en aquests tipus de reaccions ha de ser mecànica, ja que l'agitació magnètica és inviable. [16]

8.2.1. Riscos i normes de seguretat

A continuació es troba una taula on es mostren els riscos i les normes de seguretat a seguir en el cas d'utilització dels banys d'ultrasons.[16]

Taula 7: Riscos i normes de seguretat ultrasons.		
	<u>Contacte</u>	<u>Via aèria</u>
On afecta	Mans	General a tot el cos
Causa	Vibracions ultrasòniques	Transductor encès genera un soroll grinyolant
Què provoca	Cavitació ultrasònica, alteracions al sistema nerviós com mal de cap, fatiga i/o vertigen, escalfament de la pell o ossos o danys de destrucció de les cèl·lules	Desenvolupament anormal de les cèl·lules, efectes hematològics, efectes genètics, alteracions al sistema nerviós com mal de cap, fatiga i/o vertigen
Mesura de seguretat	-No introduir la mà dins els ultrasons -No tocar cap part del bany amb vibració ultrasònica	-Evitar o reduir l'exposició als ultrasons, realitzant un tancament parcial o total, amb pantalles o absorbidors -Allunyar-se del focus, reduir el temps d'exposició i incorporar una protecció auditiva al personal que està en exposició

9. Normalització dels assajos del cuir

Com tots els productes elaborats industrialment i posteriorment comercialitzats, el cuir també requereix uns assajos adequats per verificar que es compleixen els estàndards de qualitat.

En aquest cas s'utilitzaran les IUP (Procedimientos para ensayos físicos) i les IUC (Métodos para análisis químicos): [17, p. 1-2], [18], [19]

Taula 8: Normativa assajos.	
<u>IUP</u>	<u>IUC</u>
IUP 1 i 3: Preparació de la mostra i condicionament <i>ISO 2419:2012</i>	IUC 2: Presa de mostres <i>ISO 2418:2002</i>
IUP 4: Determinació del gruix <i>ISO 2589:2016</i>	IUC 3: Preparació de mostres per anàlisis químics <i>ISO 4044:2017</i>
IUP 6: Resistència a la tracció i % d'allargament <i>ISO 3376:2011</i>	IUC 8-1: Determinació del contingut de crom: quantificació mitjançant valoració <i>ISO 5398-1:2018</i>
IUP 8: Resistència a l'esquinçament <i>ISO 3377-2:2016</i>	
IUP 16: Determinació de la temperatura de contracció <i>ISO 3380:2015</i>	

II. PART EXPERIMENTAL

1. Part pràctica

1.1. Introducció

En la part experimental d'aquest projecte es realitzarà l'estudi d'un procés alternatiu al depilat tradicional, utilitzant productes oxidants mitjançant l'ús de l'aparell d'ultrasons. Principalment s'aplica el depilat a pell bovina.

En primer lloc es realitzarà un estudi del comportament de la temperatura en funció del temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons, ja que la temperatura és una variable clau a controlar.

A continuació es duran a terme les proves inicials, on es determinaran els paràmetres més adequats, com la posició de la mostra, el temps de funcionament dels ultrasons, el volum del bany i la temperatura adequada per trobar el mètode més eficaç de depilat.

Posteriorment s'aplicaran els mètodes seleccionats a les proves inicials per a la realització de les proves finals, d'on s'obtidran les mostres definitives.

Aquestes mostres definitives seguiran tot el procés de Ribera i se'ls hi realitzaran els assajos físics i químics adients per determinar la seva qualitat.

1.2. Matèries primeres

L'estudi es va dur a terme principalment amb pell de boví salada i alguna prova amb pell de xai també salada.



Figura 20: Pell de xai sencera.[FP]



Figura 21: Mitja pell de boví.[FP]

1.3. Material

Durant tota la part experimental és essencial l'ús de diferent utillatge i aparells per a la realització de les proves i els assajos. A continuació es mostra una taula amb el material utilitzat.

<i>Taula 9: Material utilitzat.</i>
Aparell Ultrasons H-D, J.P. Selecta
Bombo d'acer inoxidable 1,2 m de diàmetre per 0,6 m d'ample, Italprogetti engineering
Bombo d'acer inoxidable 30 cm de diàmetre per 15 cm d'ample, Simplex-2 Inoxvic
Bombo d'acer inoxidable 100 cm de diàmetre per 40 cm d'ample, Simplex-D.D. Inoxvic
Balança industrial Serie K FM 60 Gram Precision
Balança analítica Cobos
Sonda de pH i temperatura Tester series 1-5 Subtecsa
Dinamòmetre 853 JBA
Microscopi Leica
Troqueladora IMU
Micròmetre JBA
Aparell mesurador de temperatura de contracció
Placa calefactora Agimatic-N J.P. Selecta
Altres materials de laboratori (material fungible, campana d'extracció, ...)


















Figura 22: Aparell Ultrasons H-D J.P. Selecta. [FP]

En l'Annex 7 es poden trobar les imatges de la resta d'utilatge.

1.4. Reactius

Taula 10: Reactius emprats.

Producte	Pictograma	Producte	Pictograma
Pellvit MN, tensioactiu no iònic (mescla de sals i òxids alcalinoterris)	-	Salcromo AB (33% de basicitat/ 25% Cr ₂ O ₃)	-
Mollescal BAC, bactericida (solució de dimetilditiocarbamat de sodi)	-	Sulfur de sodi	
Solució d'hidròxid de sodi 50%		Bicarbonat de sodi	
Solució de peròxid d'hidrogen 50%		Hidròxid de calci	
Ribersal PLE (base d'amines secundàries)		Oli sulfitat Trupón OSL (93% matèria activa)	-
Verd de bromcresol (indicador)		Oli sulfatat Trupón DSO (85% matèria activa)	-
Fenolftaleïna (indicador)		Oli cru Morbidol 10 (100% matèria activa)	-
Àcid fòrmic 85%		Formiat de sodi	-
Aigua ultrapura	-	Bisulfit de sodi	
Rindent Oropon OR 1200U	-	Sulfat d'amoni	-
Àcid sulfúric 98%		Fungicida K-THIO S30 (tiocianat de metil, alcohols C11-13)	
Clorur de sodi	-	Dissolució de midó 5%	-
Àcid nítric 65%		Àcid perclòric 72%	
Solució valorada de tiosulfat de sodi 0,1N	-	Iodur de potassi	

2. Control aparell ultrasons

L'aparell utilitzat principalment durant tot el projecte és una cubeta que porta un generador d'ultrasons. En aquest apartat es realitza un estudi per determinar l'augment de temperatura en funció del temps, ja que la temperatura és un paràmetre que requereix un control acurat.

Taula 11: Dades control aparell ultrasons.

Acció	Temps transcorregut (min)	Temperatura (°C)	ΔT (°C)
Inici	0	21	-
Funcionament	5	22	1
Funcionament	20	27	5
Parada	35	26,5	-0,5
Parada	40	26	-0,5

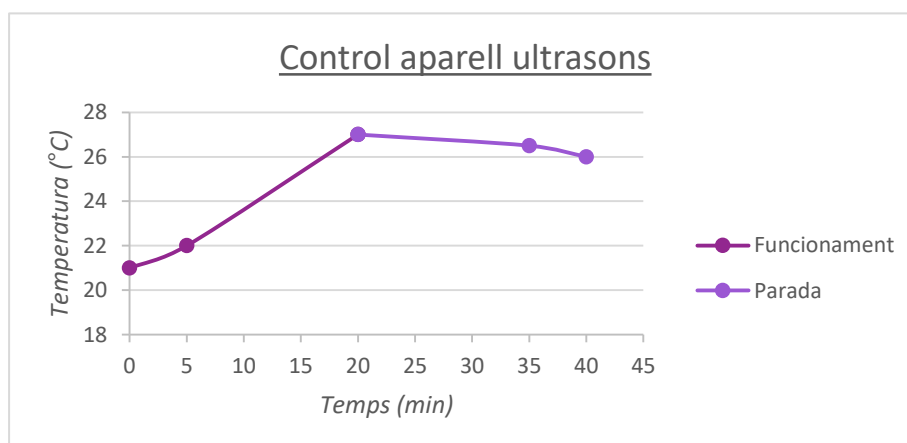


Figura 23: Gràfica control aparell ultrasons.

Observant la gràfica es veu com tenir l'aparell en funcionament durant un període de 20 minuts seguits la temperatura del bany augmenta 5-6 °C, i quan es deixa refredar durant 20 minuts, només disminueix 1°C.

A partir dels resultats obtinguts es conclou que s'ha de tenir cura amb el temps en que l'aparell d'US^{II} està en funcionament durant els depilats, és a dir, no més de 15 minuts seguits, si no la temperatura pot augmentar massa.

Com a possibles solucions serien, o bé el canvi d'aigua del bany d'US, afegir gel al bany per disminuir la temperatura o deixar més temps de repòs a l'aparell, entre d'altres.

^{II} US: Ultrasons.

3. Preparació de la pell

La pell habitualment està conservada per salat i aquesta sal s'ha d'eliminar. Aquest procés inclou les fases de remull brut, descarnat i remull principal, totes realitzades a bombo. Es va seguir la següent fórmula.

Taula 12: Fases preparació de la pell.		
% s/pes salat		
<u>%</u>	<u>Acció</u>	<u>Temps</u>
<u>REMULL BRUT</u>		
250	Aigua 25,0 °C	1h
	Escórrer	
<u>DESCARNAT</u>		
% s/pes descarnat		
<u>REMULL PRINCIPAL</u>		
200	Aigua 25,0 °C	
0,5	Tensioactiu no iònic	
0,1	Bactericida	7h
	Nit en repòs	
	Escórrer	
200	Aigua 25,0 °C (dos rentats)	15'

4. Fórmules generals

Principalment es van aplicar tres tipus de depilats, el reductor amb sulfur i calç i dos oxidants amb peròxid d'hidrogen i hidròxid de sodi, un amb recuperació de pèl i l'altre a pèl desfet. Les fórmules aplicades són les següents.

4.1. Depilat reductor

Aquest depilat utilitza sulfur de sodi i hidròxid de calci a bombo. És un depilat reductor estàndard adaptat a les condicions de la planta pilot de l'Escola Politècnica Superior d'Igualada.

Taula 13: Fórmula depilat reductor.			
%	Reactiu/Acció	Temps rodar	Temperatura (°C)
% s/pes salat			
DEPILAT			
150	Aigua		25,0
1,5	Sulfur de sodi		
1,5	Hidròxid de calci	45'	
1,5	Sulfur de sodi		
1,5	Hidròxid de calci	20h intermitentment	
	Escórrer		
RENTAT			
200	Aigua	20'	
	Escórrer		
200	Aigua	20'	
	Escórrer		
DIVIDIT			
% s/pes dividit			
DESENCALCINAT			
100	Aigua		35,0
1,2	Sulfat d'amoni	30'	
0,5	Bisulfit de sodi	15'; pH=8,0	

4.2. Depilat oxidant amb destrucció de pèl

Depilat oxidant en el qual s'utilitza hidròxid de sodi i peròxid d'hidrogen com a agent oxidant. Es requereix un pH mínim de 12,5 per al depilat. Fórmula adaptada a l'aparell d'ultrasons.

Taula 14: Fórmula depilat oxidant.				
%	Reactiu/Acció	Temps	pH	Temperatura (°C)
% s/pes salat				
DEPILAT (a ultrasons)				
30	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	A.P. ^{III} i F.U. ^{IV} 1	10-11	
0,3	Derivat amínic	A.P. i F.U 1		
2	Hidròxid de sodi 50%	A.P. i F.U 1	12,5	
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	A.P. i F.U 1		
2	Hidròxid de sodi 50%	A.P. i F.U 1	12,5	
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	A.P. i F.U 1		
2	Hidròxid de sodi 50%	A.P. i F.U 1	12,5	
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	A.P. i F.U 1		
	Parada/Funcionament US ¹			
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	A.P. i F.U		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	A.P. i F.U	9,5-10	
	Escórrer			
RENTAT (a bombo)				
250	Aigua			25,0
	Escórrer	15'		
250	Aigua	15'		25,0
	Escórrer			
DIVIDIT				
¹ Funcionament o parada del US en funció de la temperatura de dissolució i de l'aspecte de la mostra.				

^{III} A.P.: Addicionar producte.

^{IV} F.U.: Funcionament dels ultrasons.

4.3. Depilat oxidant amb immunització del pèl

Mateixa fórmula que el depilat oxidant amb destrucció de pèl a ultrasons però amb prèvia immunització del pèl amb calç a bombo, per a poder realitzar la recuperació d'aquest.

Taula 15: Fórmula depilat oxidant amb immunització.				
%	Reactiu/Acció	Temps	pH	Temperatura (°C)
% s/p salat				
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,0	
	Escórrer			
DEPILAT (a ultrasons)				
30	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	A.P. i F.U ¹	10-11	
0,3	Derivat amínic	A.P. i F.U ¹		
2	Hidròxid de sodi 50%	A.P. i F.U ¹	12,5	
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	A.P. i F.U ¹		
2	Hidròxid de sodi 50%	A.P. i F.U ¹	12,5	
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	A.P. i F.U ¹		
2	Hidròxid de sodi 50%	A.P. i F.U ¹	12,5	
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	A.P. i F.U ¹		
	Parada/Funcionament US ¹			
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	A.P. i F.U		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	A.P. i F.U	9,5-10	
	Escórrer			
RENTAT (a bombo)				
250	Aigua	15'		25,0
	Escórrer			
250	Aigua	15'		25,0
	Escórrer			
DIVIDIT				
¹ Funcionament o parada del US en funció de la temperatura de dissolució i de l'aspecte de la mostra.				

4.4. Processos: Rendit, Píquel, Adobament, Neutralitzat i Greixatge

Un cop es van tenir les pells depilades, rentades i dividides, totes van seguir els processos de rendit, píquel, adobament, neutralitzat i greixatge a bombo que s'expliquen a continuació.

Taula 16: Processos conjunts.				
% s/pes dividit				
%	Reactiu/Acció	Temps	pH	Temperatura (°C)
<u>RENDIT</u>				
150	Aigua			30,0
0,6	Rindent oropon OR	45'	8-9	30,0
	Escórrer			
<u>PÍQUEL</u>				
80	Aigua			
8	NaCl (7-8 °Bé)	10'		
1	Àcid fòrmic (1:5) ¹	15'+15'+15'		
0,5	Àcid sulfúric (1:10) ²	15'+15' → r=Ø ^v	3-3,5	
<u>ADOBAMENT</u>				
8	Salcromo AB	r=Ø	pH>3,8	40,0
0,1	Fungicida			
	Escórrer i repòs	2 dies		
<u>NEUTRALITZAT</u>				
150	Aigua			
1	Formiat de sodi ²	15'/15'		
1,5	Bicarbonat de sodi	r=Ø	5,5	
	Escórrer			
<u>GREIXATGE</u>				
150	Aigua			
1	Oli cru			
6	Oli sulfatat			
1	Oli sulfitat	1 h		40,0
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
	Escórrer i repòs	2 dies		
<u>ASSECATGE</u>				
¹⁻² Es realitza l'operació en diverses tomes. (¹ en tres tomes/ ² en dues tomes)				

^v r=Ø: rodar a bombo fins a travessar, fins arribar al pH desitjat.

5. Proves

Es van realitzar dos tipus de proves, les proves inicials, on es va estudiar el mètode més adequat per a les depilacions i les proves finals, on es van aplicar els mètodes escollits en les proves inicials.

5.1. Proves inicials

Es va iniciar la part d'aquestes proves aplicant les fórmules generals en mostres petites de pell de boví i de xai. Es van realitzar un total d'11 proves inicials, totes utilitzant l'aparell d'ultrasons. En aquesta part es va determinar quina era la millor posició per col·locar la mostra, si pèl amunt o pèl avall, quin era el volum de bany més favorable, quin temps de funcionament es requeria pels depilats i si era viable la immunització del pèl per extreure'l posteriorment.

Taula 17: Proves inicials.

<u>Número prova</u>	<u>Descripció prova</u>	<u>Resultat</u>
1	Depilat oxidant a pèl desfet de boví col·locant el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.	X
2	Depilat oxidant a pèl desfet de boví cobrint només la superfície del pèl. Mostra col·locada amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.	✓
3	Depilat oxidant a pèl desfet de boví cobrint tota la mostra amb la dissolució, pèl col·locat amunt a ultrasons.	✓
4	Repetició de la prova 1 provant diferents recipients per trobar el millor per regular la temperatura a ultrasons.	X
5	Depilat oxidant a pèl desfet de pell de xai col·locant la mostra amb la llana avall a ultrasons.	X
6	Depilat oxidant a pèl recuperat de xai amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.	X
7	Depilat oxidant a pèl recuperat de xai amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl amunt sense contacte amb la dissolució a ultrasons.	✓
8	Depilat oxidant a pèl recuperat de boví amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.	X
9	Depilat oxidant a pèl recuperat de boví amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl amunt sense contacte amb la dissolució a ultrasons.	X
10	Repetició prova 9 amb menys volum de bany i reduint el temps de funcionament dels ultrasons.	✓
11	Depilat oxidant a pèl recuperat de boví sense immunització col·locant la mostra amb el pèl amunt sense contacte amb la dissolució a ultrasons.	X

En les proves 1, 2, 3 i 4 es va realitzar el depilat oxidant a pèl desfet de pell de boví a ultrasons. En la prova 1 es va col·locar el pèl avall, en contacte amb la dissolució i amb un volum de bany gran. Per depilar era necessari un pH de 12,5, i aquest no es va aconseguir amb les tomes normals de sosa, sinó que es van haver d'afegir 9 tomes extres de sosa fins a arribar al pH desitjat i aleshores la pell finalment es va depilar. Tot i que el resultat va ser satisfactori, no és viable la utilització de tantes tomes de sosa extres. Per tant, es va decidir reduir el volum del bany per a les proves següents.

Conjuntament es van realitzar les proves 2 i 3. En la prova 2 només es va cobrir la superfície del pèl, que estava col·locat avall, en contacte amb la dissolució, i en la prova 3, es va col·locar el pèl amunt i es va cobrir tota la mostra amb la dissolució. Els resultats obtinguts en les dues proves van ser satisfactoris, ja que les dues mostres es van depilar. Es va observar però, que la metodologia de la prova 2 realitzava el procés de depilat més ràpid i amb menys volum de bany, de manera que la fórmula aplicada era més eficaç.

Per tant, per a la realització de les proves finals pel **depilat oxidant de pell de boví a pèl desfet es va decidir que s'aplicaria la fórmula de la prova 2.**

La prova 4 va ser la repetició de la prova 1 però utilitzant diferents recipients per comprovar si milloraria el procés de depilat. Es van provar dos materials, el porexpan i el plàstic. Es va observar que el porexpan aïllava massa la mostra de la temperatura que adquiria l'aigua de la cubeta de l'aparell d'ultrasons, de manera que la temperatura de la dissolució no augmentava. Per tant, el recipient de porexpan no va resultar operatiu. En canvi, el de plàstic sí deixava transmetre la calor.

Les proves 5, 6 i 7 es van realitzar amb pell de xai, també a ultrasons, per tal d'aplicar les fórmules generals a un altre tipus de pell i pelatge.

En la prova 5 es va realitzar un depilat oxidant a pèl desfet, col·locant la mostra amb la llana avall. Es va desfer la llana, de manera que la pell va quedar depilada, tot i que es van haver de realitzar més tomes de sosa i de peròxid de l'habitual. Com a conclusió d'aquesta prova s'extreu que el procés de depilat oxidant a pèl desfet a ultrasons serveix per a un altre tipus de pell i pèl però s'haurien d'estudiar les concentracions de reactius a afegir.

Les proves 6 i 7 van ser equivalents a les proves 2 i 3 en l'aspecte de col·locació de la mostra, una amb el pèl en contacte amb la dissolució i l'altra sense contacte. Es va realitzar una prèvia immunització de la llana amb hidròxid càlcic i només es va cobrir la superfície de la llana o de la carn, segons la mostra. L'objectiu era poder arrencar la llana sense desperfectes manualment. En la prova 6, la qual la llana estava en contacte directe amb la dissolució, va iniciar el procés de destrucció, de manera que no es va poder arrencar. En la prova 7, la qual la llana no estava en contacte directe amb la dissolució, sí que es va poder extreure manualment sense dificultats, va sortir en perfectes condicions, per tant, la immunització va ser eficaç.



Figura 24: Posició de les mostres[FP]:

1. Mostra col·locada amb el pèl avall, en contacte amb la dissolució.
2. Mostra col·locada amb el pèl amunt, sense contacte amb la dissolució.

Destacar que les proves realitzades amb pell de xai van requerir un volum de bany molt més alt que les proves realitzades amb pell de boví, ja que o la llana o la pell de xai absorbia més quantitat d'aigua.

En les proves 8, 9, 10 i 11 es va realitzar el depilat oxidant a pèl recuperat a ultrasons amb pell de boví.

En la prova 8 es va col·locar la mostra amb el pèl avall, immunitzat i en contacte amb la dissolució. Es va comprovar que, de la mateixa manera que amb la pell de xai, el pèl va iniciar el procés de destrucció i aquest no es va poder arrencar manualment, per tant, la immunització és insuficient si el pèl està en contacte directe amb la dissolució.

En la prova 9 es va immunitzar el pèl i es va col·locar cap amunt, de manera que no entrava en contacte amb la dissolució. En aquest cas, el pèl va ser complicat d'arrencar i no es va poder arrencar de tota la mostra. Per tant, els resultats no van ser satisfactoris.

La prova 10 va ser una repetició de la prova 9 amb dues variacions. El volum del bany es va reduir un 30% i el temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons es van reduir de 30 a 15 minuts. En aquesta prova la pell estava menys inflada i el pèl es va poder extreure sense dificultats.

Per tant, la fórmula de la **prova 10 va ser l'escollida per aplicar en les proves finals pel depilat oxidant amb recuperació de pèl.**

Finalment en la prova 11 es va intentar realitzar el depilat de la mostra, amb recuperació de pèl però sense prèvia immunització, col·locant el pèl amunt i sense que estigués en contacte amb la dissolució. Tot i així, el pèl va iniciar el procés de destrucció i no es va poder extreure. Per tant, la prova no va resultar exitosa.

Com a conclusions s'observa que el depilat oxidant a pèl desfet es pot realitzar de dues maneres, però col·locant la mostra amb el pèl avall i cobrint només la superfície d'aquest s'obté un depilat més ràpid i amb menys volum de bany. En el cas del procés de depilat oxidant a pèl recuperat la immunització és necessària, i el pèl no pot estar en contacte amb la dissolució, ja que sinó, la immunització no és eficaç i el pèl es desfà. Per tant, la mostra ha d'anar col·locada amb el pèl amunt, que no entri en contacte amb la dissolució en cap moment i immunitzat. Finalment, s'ha observat com els processos de depilat oxidant aplicats amb l'ajut d'ultrasons poden ser viables per a altres tipus de pell i pèl, com el xai.

Es poden consultar tots els procediments de les proves inicials en l'*Annex 2*.

5.2. Proves finals

Un cop finalitzades les proves inicials, es va concloure que les fórmules adients eren les de les proves inicials 2 i 10, de manera que es van aplicar aquestes metodologies per realitzar les proves finals. Aquestes són 7, de les quals només 3 es van obtenir resultats satisfactoris.

Taula 18: Proves finals.		
<u>Número prova</u>	<u>Descripció prova</u>	<u>Resultat</u>
12	Depilat reductor de boví a bombo.	✓
13	Aplicació fórmula prova 2: Depilat oxidant a pèl desfet de boví cobrint només la superfície del pèl col·locant la mostra amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.	✗
14	Aplicació fórmula prova 2: disminuint el temps de funcionament i parada dels ultrasons posteriors a les tomes.	✗
15	Aplicació fórmula prova 2: controlant que la temperatura del bany no superi els 28,0±1,0 °C i disminuint el temps de funcionament dels ultrasons en les tomes.	✗
16	Aplicació fórmula prova 2: controlant que la temperatura del bany no superi els 25,0±1,0 °C i disminuint el temps de funcionament dels ultrasons en les tomes.	✓
17	Aplicació fórmula prova 10: Depilat oxidant a pèl recuperat de boví amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl amunt a ultrasons.	✗
18	Aplicació fórmula prova 10: realitzant una toma menys de peròxid d'hidrogen i hidròxid de sodi i disminuint el temps de funcionament dels ultrasons en les tomes.	✓

La prova 12 a diferència de les altres proves es va aplicar un depilat reductor a bombo. No es va realitzar prova inicial, ja que es disposava d'una fórmula aplicada anteriorment a la planta pilot de l'Escola i es van seguir els passos indicats. El depilat es va dur a terme satisfactòriament. Per tant, **la prova 12 va ser la prova definitiva de depilat reductor.**

En la prova 13 es va intentar la realització de la prova final de depilat a pèl desfet, on es repetia la metodologia de la prova 2. La prova va iniciar el procés sense problemes, desfet el pèl, però a mig procés la flor va iniciar el procés de degradació, probablement a causa que la mostra va estar en contacte amb els reactius o es va fer funcionar l'aparell d'ultrasons massa temps i l'efecte d'aquests va fer malbé la flor.

En la prova 14 es va tornar a intentar el depilat oxidant a pèl desfet, disminuint el temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons posterior a les tomes de peròxid d'hidrogen i sosa, on es va passar de posar en funcionament l'aparell de 20-25 minuts a 15 minuts i fer parades de 35 minuts-1 hora a 15-20 minuts. Tot i que el pèl va dur a terme el procés de destrucció buscat, la flor va tornar a patir un deteriorament. Es va concloure que el factor que determinava la destrucció de la flor era la temperatura.

En la prova 15 es va repetir la fórmula de la prova 2 controlant que la temperatura no excedís els $28,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ realitzant una reducció del temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons en les tomes de 15 a 10 minuts. Aquesta però, en arribar als $28,5^{\circ}\text{C}$ en la segona toma de sosa i peròxid, va iniciar el procés de degradació de la flor i gairebé no havia desfet el pèl, de manera que la mostra no era viable com a mostra final.

Observant que la flor seguia deteriorant-se a temperatures pròximes als $28,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, es va decidir que en la prova 16 la temperatura de depilat no seria superior als $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. Controlant acuradament la temperatura realitzant un canvi de tota l'aigua de la cubeta dels ultrasons quan la temperatura del bany va arribar als $24,8^{\circ}\text{C}$ i aplicant un temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons en les tomes de 10 minuts, es va aconseguir un depilat satisfactori sense que la flor patís deteriorament. Per tant, la **prova 16 va resultar la prova definitiva de depilat oxidant a pèl desfet**.

En la prova 17 es va repetir la fórmula de la prova 10, on es va depilar la pell de boví amb recuperació de pèl i prèvia immunització. Va sorgir la problemàtica que part de la dissolució va entrar en contacte amb el pèl i aquest es va desfer, de manera que no es va poder arrencar manualment i la prova no va resultar exitosa.

Finalment es va dur a terme la prova 18, on es va repetir la prova 10 però procurant que la dissolució no entrés en contacte amb el pèl, reduint el temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons de 15 a 10 minuts en les tomes de sosa i peròxid i controlant que la temperatura no excedís els $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. D'aquesta manera el pèl es va poder recuperar per complet, amb l'addició només de dues tomes de sosa i peròxid d'hidrogen. Per tant, la **prova 18 va resultar la prova definitiva de depilat oxidant amb recuperació de pèl**.

Per tant, es va concloure que les formulacions vàlides per dur a terme els depilats eren:

- Prova 12: Depilat reductor a bombo
- Prova 16: Depilat oxidant a pèl desfet a ultrasons
- Prova 18: Depilat oxidant a pèl recuperat amb prèvia immunització a ultrasons

Es poden consultar tots els procediments de les proves finals i de les proves amb formulacions vàlides en l'*Annex 3 i 4*, respectivament.

6. Observacions de les proves 12, 16 i 18

6.1. Prova 12: Depilat reductor



Figura 25: Prova 12 depilada.[FP]

S'observa que el depilat reductor deixa a la pell una tonalitat més fosca que en els depilats oxidants. No es troba cap resta de pèl en la flor.

En l'Annex 8 es poden observar les fotografies del procés de depilat d'aquesta prova.

6.2. Prova 16: Depilat oxidant a pèl desfet



Figura 26: Prova 16 depilada.[FP]

La flor no està danyada ni es troben restes de pèl. Té una tonalitat blanca-groguenca.

En l'Annex 8 es poden observar les fotografies del procés de depilat d'aquesta prova.

6.3. Prova 18: Depilat oxidant a pèl recuperat



Figura 27: Prova 18 depilada.[FP]



Figura 28: Ampliació de la flor prova 18.[FP]

A diferència de les altres mostres, aquí sí que es troben restes de pèl en la flor, ja que l'extracció del pèl es va realitzar manualment. Mateixa tonalitat que la prova 16.

En l'Annex 8 es poden observar les fotografies del procés de depilat d'aquesta prova.

7. Observació al microscopi

Per comprovar si el depilat va ser satisfactori, es va observar al microscopi el tall intern de les mostres definitives, per veure si havia quedat l'arrel del pèl dins la pell.

En l'Annex 9 es poden trobar observacions al microscopi d'altres proves.

7.1. Prova 12: Depilat reductor



Figura 29: Mostra prova 12.[FP]

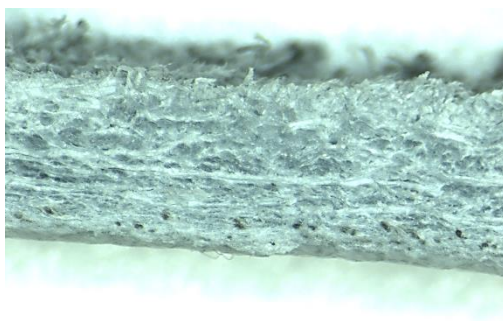


Figura 30: Observació prova 12: 12,5x.[FP]

Flor



Figura 31: Observació prova 12: 20x.[FP]

Es pot apreciar que en la superfície de la flor no queda cap resta de pèl, però observant al microscopi, es veuen uns petits punts negres. Aquests són les arrels dels pèls que no s'han acabat d'eliminar en el depilat.

Podria afectar a la pell en el cas de voler-la tintar d'algun color clar, ja que aquests punts s'apreciarien proporcionant-li un mal acabat estètic.

S'observa que l'estructura de les fibres està una mica deteriorada, probablement degut a l'efecte mecànic que pateix la pell dins el bombo en el procés de depilat.

7.2. Prova 16: Depilat oxidant a pèl desfet



Figura 32: Mostra prova 16. [FP]

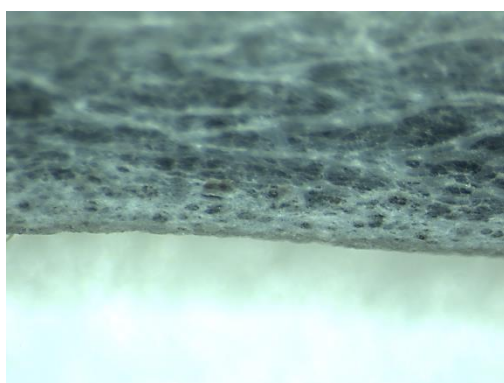


Figura 33: Observació prova 16: 12,5x. [FP]

← Flor →

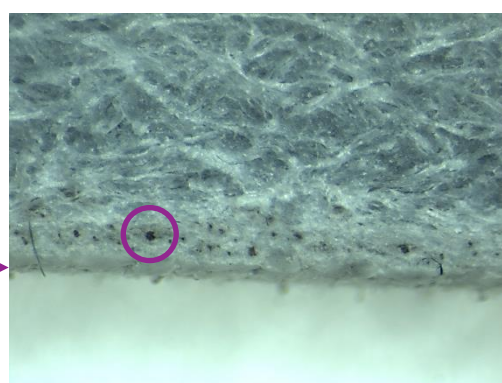


Figura 34: Observació prova 16: 20x. [FP]

Igual que en la mostra anterior es pot observar com també s'aprecien uns puntets negres, en aquest cas l'arrel del pèl no s'ha arribat a desfèr, tot i que la flor no presenta restes de pèl en la seva superfície.

Respecte a l'estructura fibril·lar de la mostra, s'observa com aquesta està molt més compactada que l'anterior. L'efecte mecànic patit és diferent i no ha afectat tant a la destrucció de les fibres.

7.3. Prova 18: Depilat oxidant a pèl recuperat



Figura 35: Mostra prova 18. [FP]

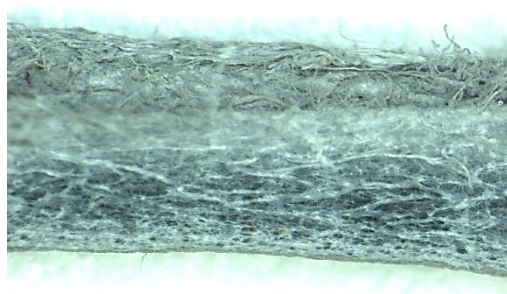


Figura 36: Observació prova 18: 10x. [FP]

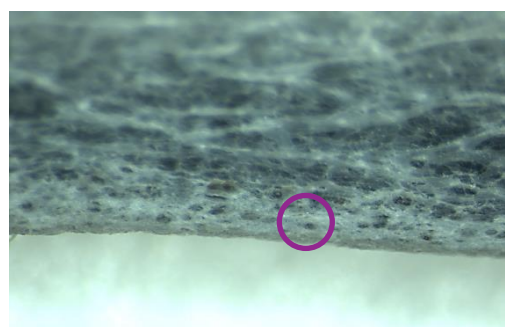


Figura 37: Observació prova 18: 20x. [FP]

Igual que les dues mostres anteriors es poden observar els puntets negres, indicadors que hi ha arrel dins la pell, tot i que en la flor d'aquesta mostra sí que quedaven restes de pèl sense arrencar, ja que els pèls més curts no es podien extreure de forma manual.

En l'àmbit de l'estructura fibril·lar, igual que en la prova 16, es troben les fibres molt compactades entre elles, de manera que no va patir ruptures fibril·lars importants.

8. Assajos físics i químics

8.1. Condicionament i tall de mostres

Un cop es van finalitzar tots els processos es van realitzar els assajos físics i químics per a determinar la qualitat del cuir adobat. Les mostres van ser preparades i condicionades a una temperatura de $23,0 \pm 2,0$ °C i a una humitat del $50,0 \pm 5,0$ %, segons IUP 3.

Per la realització del tall de mostres no es va aplicar la normativa de la IUP 2, sinó que per cada assaig i mostra, es va tallar una proveta en sentit vertical i una en sentit longitudinal, tal com es pot veure en la *Figura 38*. Els resultats dels assajos es van donar com la mitjana dels dos valors. Tots els assajos van seguir la mateixa metodologia per obtenir resultats comparatius.

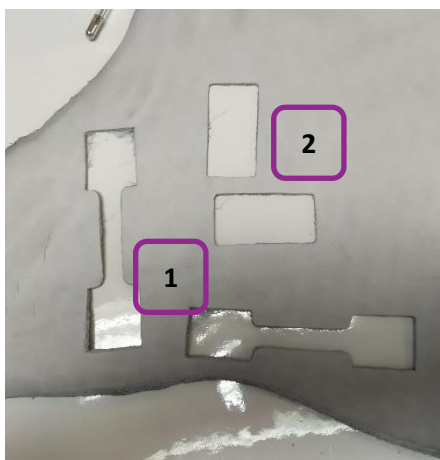


Figura 38: Talls provetes. [FP]

1. Resistència a la tracció.

2. Resistència a l'esquinçament.

8.2. Assajos físics i químics

Els assajos que es van realitzar a les pells van seguir els procediments de les IUP's i IUC's següents:

- IUP 6: Resistència a la tracció i del % d'allargament: es van realitzar 4 assajos per mostra, per tant, es van requerir 12 provetes.
- IUP 8: Resistència a l'esquinçament: es van realitzar 2 assajos per mostra, per tant, es van requerir 6 provetes.
- IUP 16: Determinació de la temperatura de contracció: es van realitzar 2 assajos per mostra, per tant, es van requerir 6 provetes.
- IUC 8-1: Determinació del contingut l'òxid de crom; quantificació mitjançant valoració: es van realitzar 2 assajos per mostra.

Com es pot observar, en la IUP 6, l'assaig de resistència a la tracció, hi ha més repeticions respecte als altres assajos realitzats. Aquest fet va ser degut a que els valors obtinguts en la resistència a la tracció de la mostra reductora eren menors als de les mostres oxidants. Per verificar que els valors eren fiables, es va repetir l'assaig a totes les mostres, on es van obtenir els mateixos resultats.

En l'*Annex 5* es poden trobar en detall tots els procediments dels assajos físics i químics.

9. Resultats finals

Taula 19: Resultats finals assajos físics i químics.

	RT^{VI} (N/mm ²)	% Allargament	RE^{VII} (N/mm)	Tc^{VIII} (°C)	% Òxid de crom
Depilat reductor	17,79	28,63	198,47	105,0	2,99
Depilat oxidant pèl desfet	47,06	23,93	178,09	103,0	2,93
Depilat oxidant pèl recuperat	41,94	20,75	176,73	105,0	2,96
En l'Annex 6 es poden observar tots els valors obtinguts i les gràfiques de cada assaig.					

Com es pot veure en la *Taula 19*, els assajos realitzats a les proves 12, 16 i 18 van ser la resistència a la tracció juntament amb el percentatge d'allargament, la resistència a l'esquinçament, la temperatura de contracció i el percentatge d'òxid de crom.

En l'assaig de la resistència a la tracció es van realitzar més repeticions que en la resta d'assajos per verificar els resultats obtinguts. Es pot observar com en aquest assaig els valors dels depilats oxidants són molt similars, d'ordre 42-47 N/mm². En canvi, el resultat del depilat reductor és de 17 N/mm². Aquest resultat, baix en comparació amb els dels depilats oxidants, pot ser degut a l'efecte mecànic patit en el procés de depilat. En les observacions al microscopi es va veure com la mostra de depilat reductor va patir un atac més intern, atacant més al col·lagen i per tant, obtenint una mostra més desfibrada. En canvi, les mostres oxidants van patir un atac en superfície, on la proteïna del col·lagen va quedar poc afectada i per tant, menys desfibrada. D'aquesta manera, les mostres oxidants en tenir menys desfibrament, van obtenir resultats més alts en l'assaig de tracció.

En l'assaig del % d'allargament, s'obtenen valors diferents. La mostra reductora té un valor de 29%, l'oxidant a pèl desfet de 24% i l'oxidant a pèl recuperat de 21%. Aquest fet pot ser degut a que com la mostra reductora estava més desfibrada l'allargament va ser major, ja que no va oposar resistència. En canvi, les mostres oxidants en tenir les fibres més compactades, van oposar més resistència i es van trencar abans.

L'assaig de resistència a l'esquinçament en les proves de depilat oxidant es van obtenir uns valors similars, d'entre 177-178 N/mm. En canvi, el depilat reductor té un valor més alt, de 198 N/mm. En el depilat oxidant, el peròxid d'hidrogen genera una oxidació de la proteïna, creant més enllaços carboxílics, i per tant, més punts reactius amb el crom. Això genera que la unió entre fibres sigui menys elàstica i per tant, que el valor de la resistència a l'esquinçament en el depilat oxidant sigui menor que en el depilat reductor.

La temperatura de contracció de les tres mostres ha resultat de valors pràcticament iguals, 103 i 105°C. Aquest assaig es podria relacionar amb el % d'òxid de crom, ja que a més absorció d'òxid de crom, més alta és la temperatura de contracció. Segons l'article [3], el depilat oxidant amb menys quantitat de crom en l'adobament pot absorbir la mateixa quantitat de crom que el procés de depilat reductor. Els valors obtinguts

^{VI} RT: Resistència a la tracció.

^{VII} RE: Resistència a l'esquinçament.

^{VIII} Tc: Temperatura de contracció.

en les tres mostres de percentatge d'òxid de crom se situa en un 3%.

En aquest cas no ha sigut així. Probablement el fet que hi ha hagut un desfibrament menor en les mostres oxidants no ha permès l'absorció de més crom.

Tal com diu [3], es conclou que els depilats oxidants en general tenen valors més baixos que el depilat reductor en l'àmbit de propietats físiques, en excepció de la resistència a la tracció on s'ha observat, en aquest projecte, que el valor és menor en el depilat reductor.

Resum i conclusions

En aquest projecte s'ha realitzat l'estudi de la viabilitat de l'aparell d'ultrasons en el depilat oxidant de les pells. Com a matèries primeres s'ha utilitzat majoritàriament pell bovina, i puntualment pell de xai, per comprovar que els mètodes aplicats serveixen per iniciar les bases de futures recerques per a diferents tipus de pells i pèls.

S'han estudiat tres tipus de depilat, el depilat oxidant amb destrucció de pèl a ultrasons, el depilat oxidant amb recuperació de pèl a ultrasons i el depilat reductor bombo. Els paràmetres que s'han tingut en compte per a les proves han sigut:

- Temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons.
- Posició de la pell.
- Volum del bany.
- Temperatura.

S'han realitzat unes proves inicials per tal d'obtenir les fórmules més adients per a cada tipus de depilat. S'ha seleccionat una fórmula vàlida per a cada tipus de depilat i s'han realitzat tres proves finals, les quals se'ls hi ha determinat la qualitat mitjançant assajos físics i químics.

Els resultats obtinguts han sigut similars entre les mostres, amb valors més alts en la mostra reductora exceptuant la resistència de tracció, on s'obté un valor més baix respecte a les oxidants.

L'observació al microscopi de les proves finals ha permès veure que els depilats oxidants fets amb l'ajuda de l'aparell d'ultrasons són més superficials, ja que hi ha restes de l'arrel dins la flor i les fibres estan més compactades que la mostra realitzada a bombo. Aquesta pot ser la causa que les resistències a la tracció dels depilats oxidants tinguin un valor superior al del depilat reductor.

Les conclusions obtingudes de les proves fetes són:

- El temps de funcionament de l'aparell d'ultrasons no es pot determinar, ja que cada mostra té un comportament diferent. S'ha esbrinat però, que el temps de funcionament no pot ser de més de 15 minuts seguits i l'òptim entre totes, en aquest projecte, ha sigut de 10 minuts.
- La posició de la pell variarà en funció del tipus de depilat que es vulgui dur a terme. En el cas del depilat oxidant a pèl desfet la mostra ha d'estar en contacte directe amb la dissolució i en el depilat oxidant a pèl recuperat el pèl no pot estar en contacte amb la dissolució en cap moment.
- El volum de bany ha de cobrir només la superfície de la carn o del pèl, segons el tipus de depilat.
- La temperatura no pot superar els $25,0 \pm 1,0$ °C, ja que sinó la flor inicia un procés de destrucció a causa del fort atac del peròxid d'hidrogen en medi bàsic.

Per tant, com a conclusió final d'aquest projecte es pot afirmar que el depilat oxidant amb la utilització de l'aparell d'ultrasons sí que és una alternativa viable, tant a pèl desfet com a pèl recuperat, amb la qual cosa es podria reduir l'impacte ambiental i proporcionar unes millors condicions de seguretat als treballadors en les adoberies. Aquest estudi però, s'hauria de continuar per a poder implantar-ho a escala industrial en un futur.

Recomanacions

Per a completar aquest estudi caldria la realització de més proves, com per exemple millorant l'efectivitat de la immunització del pèl, per veure si s'aconsegueix un depilat oxidant amb recuperació de pèl més efectiu.

La temperatura és un factor clau en el depilat i la reacció entre el peròxid d'hidrogen i la sosa és exotèrmica. Per tant, una implantació d'un sistema de control de temperatura més efectiu seria adient per a millorar la realització de les proves.

Caldria dur a terme el depilat oxidant a bombo, per a poder realitzar una comparativa dels resultats d'assajos físics i químics obtinguts, i debatre quin és el millor mètode.

Un estudi exhaustiu dels banys residuals seria interessant per a estudiar una possible reutilització d'aquests.

Agraïments

Agrair a totes les persones que han confiat en mi i m'han donat tot el seu suport durant la trajectòria d'aquest projecte, i sobretot durant la carrera universitària.

Donar les gràcies a les empreses col·laboradores, a la universitat per deixar-me utilitzar les seves instal·lacions i al professorat que s'ha preocupat en tot moment perquè aquest projecte seguís endavant.

I sobretot, als meus tutors Esther Bartolí i Josep Maria Morera, per guiar-me, donar-me suport i ajudar-me en tot moment.

Bibliografia

- [1] A. Marsal, J.M. Morera i M.D. Borràs, «Study on an unhairing process with hydrogen peroxide and amines», *Journal of the American Leather Chemists Association*, vol. 95, núm. 1, p. 1-10, gen. 2000.
- [2] E. Bartolí Soler, «Depilat oxidant en medi bàsic i amb recirculació de banys», Tesi Doctoral, Dpt. Enginyeria Química i Metal·lúrgia, Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanya, 2000. [En línia]. Disponible a: <http://www.tdx.cat/handle/10803/86730>. [Accedit: 04-feb-2020].
- [3] A. Marsal, J. Cot i A. Manich, «Oxidising unhairing process with hair recovery», *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, vol. 86, núm. 1, p. 30-33, gen. 2002.
- [4] J. M. Morera, E. Bartolí i S. Banaszak, «Oxidative unhairing of leathers: Influence of several process parameters and environmental improvements», *Journal of the American Leather Chemists Association*, vol. 101, núm. 10, p. 347-354, oct. 2006.
- [5] M. Braglia, D. Castiello i F. Zammori, «Life Cycle Assessment (LCA) of the oxidative unhairing process by hydrogen peroxide», *Journal of the American Leather Chemists Association*, vol. 103, núm. 1, p. 1-6, gen. 2008.
- [6] S. Bronco, D. Castiello i S. Vitolo, «Oxidative unhairing with hydrogen peroxide: development of an industrial scale process for high-quality upper leather», *Journal of the American Leather Chemists Association*, feb. 2005.
- [7] R. Gavilanes, «Estudio de un pelambre reductor-oxidante», Treball fi de grau, Escola d'Enginyeria d'Igualada, Universitat Politècnica de Catalunya, Igualada, Espanya, 2011. [En línia]. Disponible a: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/14037/proyecto_final_de_carrera_corregidoa\[1\].pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/14037/proyecto_final_de_carrera_corregidoa[1].pdf).
- [8] J. M. Morera, E. Bartolí i R. Gavilanes, «Hide unhairing: achieving lower pollution loads, decreased wastewater toxicity and solid waste reduction», *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, núm. 4, p. 3040-3047, gen. 2016.
- [9] J. M. Adzet Adzet, J. Ballester Bonet i J.M. Budo Soler, *Química técnica de tenería*, 1a ed. Igualada: Romanyà Valls, 1985.
- [10] J. M. Morera i Prat, *Química técnica de curtición*, 1a ed. Igualada: Consorci Escola Tècnica d'Igualada, 2002.
- [11] J. Soler i Solé, *Procesos de curtidos*, 1a ed. Igualada: Consorci Escola Tècnica d'Igualada, 2002.
- [12] R. Palop, *Teoría y práctica de la curtición*, 1a ed. Barcelona: Cromogenia Units, 2017.
- [13] A. Bacardit i Dalmases i L. Ollé i Otero, *Maquinaria de curtidos*, 1a ed. Igualada: Consorci Escola Tècnica d'Igualada, 2002.
- [14] AQEIC, *Comunicaciones de tema libre: XLIV Asamblea Nacional de AQEIC, Puerto Lumbreras, Murcia, 28 abril - 1 mayo 1995*, vol. 44. Barcelona : AQEIC, 1995.
- [15] F. García, «Riesgos higiénicos detectados en la industria de curtidos», *Salud y Trabajo*, núm. 118, p. 15-23, 1996.
- [16] UB, «Tècniques i operacions avançades al laboratori químic (TALQ): Activació de reaccions químiques

- mitjançant ultrasons», *Centre de Recursos per l'Aprenentatge i la Investigació*.
<http://www.ub.edu/talq/ca/content/36-activacio-de-reaccions-quimiques-mitjancant-ultrasons>.
[Accedit: 11-gen-2020].
- [17] J. Font i Vallès, *Análisis y ensayos en la industria del curtido*, 1a ed. Igualada: Consorci Escola Tècnica d'Igualada, 2008.
- [18] AQEIC, «Métodos de ensayos físicos», 2019. http://www.aqeic.org/web/esp/metodos/met_efis.htm.
[Accedit: 29-gen-2020].
- [19] AQEIC, «Métodos de ensayos químicos», 2019.
http://www.aqeic.org/web/esp/metodos/met_aquim.htm. [Accedit: 29-gen-2020].
- [20] T. Boderó, «La piel». <https://tomasboderó.com/es/content/la-piel.html>. [Accedit: 30-gen-2020].
- [21] R. Tips, «¿Como es la estructura y la función de la piel?» <https://respuestas.tips/como-es-la-estructura-y-la-funcion-de-la-piel/>. [Accedit: 30-gen-2020].
- [22] DSD de Luxe, «Conoce la anatomía del cabello. Descubre sus fases de crecimiento.», 2019.
<https://dsdtrichology.com/anatomia-del-cabello/>. [Accedit: 30-gen-2020].
- [23] E. Macchine, «Macchine per conceria lame ricambi e accessori». <http://www.tannery-machines.com/spa/schede machine spa/descarnadora.htm>. [Accedit: 30-gen-2020].
- [24] J. C. Borges, «Estrutura, função e dinâmica de proteínas». http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Aula04BioqI_Proteínas.pdf. [Accedit: 30-gen-2020].
- [25] Wikipedia, «Lantionina», 2018. <https://en.wikipedia.org/wiki/Lanthionine>. [Accedit: 30-gen-2020].

Annexes

Llistat dels annexes:

Annex 1. Índex de taules i figures d'annexes	2
Annex 2. Procediments proves inicials	4
Annex 3. Procediments proves finals.....	16
Annex 4. Procediments proves formulacions vàlides.....	20
Annex 5. Assajos físics i químics del cuir.....	25
Annex 6. Taules i gràfiques assajos.....	28
Annex 7. Fotografies material	32
Annex 8. Fotografies procés depilat proves definitives	33
Annex 9. Fotografies microscopi	34

Annex 1. Índex de taules i figures d'annexes

Índex de taules

<i>Annex taula 1: Prova 1.....</i>	<i>4</i>
<i>Annex taula 2: Prova 2.....</i>	<i>5</i>
<i>Annex taula 3: Prova 3.....</i>	<i>6</i>
<i>Annex taula 4: Procés conjunt proves 2 i 3.....</i>	<i>7</i>
<i>Annex taula 5: Prova 4.....</i>	<i>8</i>
<i>Annex taula 6: Prova 5.....</i>	<i>9</i>
<i>Annex taula 7: Prova 6.....</i>	<i>10</i>
<i>Annex taula 8: Prova 7.....</i>	<i>11</i>
<i>Annex taula 9: Prova 8.....</i>	<i>12</i>
<i>Annex taula 10: Prova 9.....</i>	<i>13</i>
<i>Annex taula 11: Prova 10.....</i>	<i>14</i>
<i>Annex taula 12: Prova 11.....</i>	<i>15</i>
<i>Annex taula 13: Proves 10 i 11 juntes.....</i>	<i>15</i>
<i>Annex taula 14: Prova 13.....</i>	<i>16</i>
<i>Annex taula 15: Prova 14.....</i>	<i>17</i>
<i>Annex taula 16: Prova 15.....</i>	<i>18</i>
<i>Annex taula 17: Prova 17.....</i>	<i>19</i>
<i>Annex taula 18: Prova 12 - Depilat reductor.....</i>	<i>20</i>
<i>Annex taula 19: Prova 16 - Depilat oxidant a pèl desfet.....</i>	<i>21</i>
<i>Annex taula 20: Prova 18 - Depilat oxidant a pèl recuperat.....</i>	<i>23</i>
<i>Annex taula 21: Adobament, neutralitzat i greixatge de les proves definitives.....</i>	<i>24</i>
<i>Annex taula 22: Gruix mostres.....</i>	<i>28</i>
<i>Annex taula 23: Resistència a la tracció.....</i>	<i>28</i>
<i>Annex taula 24: % Allargament de ruptura.....</i>	<i>29</i>
<i>Annex taula 25: Resistència a l'esquinçament.....</i>	<i>30</i>
<i>Annex taula 26: Temperatura de contracció.....</i>	<i>30</i>
<i>Annex taula 27: % Òxid de crom.....</i>	<i>31</i>

Índex de figures

<i>Annex figura 1: Proveta assaig tracció [FP].....</i>	<i>25</i>
<i>Annex figura 2: Proveta assaig esquinçament.[FP].....</i>	<i>26</i>
<i>Annex figura 3: Proveta assaig temperatura de contracció.[FP].....</i>	<i>26</i>
<i>Annex figura 4: Gràfica resistència a la tracció.....</i>	<i>29</i>
<i>Annex figura 5: Gràfica % allargament.....</i>	<i>29</i>
<i>Annex figura 6: Gràfica resistència a l'esquinçament.....</i>	<i>30</i>
<i>Annex figura 7: Gràfica temperatura de contracció.....</i>	<i>31</i>
<i>Annex figura 8: Gràfica % òxid de crom.....</i>	<i>31</i>
<i>Annex figura 9: Bombo Simplex-2 Inoxvic. [FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 10: Troqueladora IMU. [FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 11: Bombo Simplex-D.D. Inoxvic.[FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 12: Sonda Tester series 1-5 Subtecsa. [FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 13: Bombo Italprogetti engineering. [FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 14: Micròmetre JBA.[FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 15: Dinamòmetre JBA.[FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 16: Microscopi Leica.[FP].....</i>	<i>32</i>
<i>Annex figura 17: Procés de depilat prova 12.[FP].....</i>	<i>33</i>
<i>Annex figura 18: Procés de depilat prova 16.[FP].....</i>	<i>33</i>
<i>Annex figura 19: Procés de depilat prova 18.[FP].....</i>	<i>33</i>
<i>Annex figura 20: Pèl extret manualment de la prova 18.[FP].....</i>	<i>33</i>
<i>Annex figura 21: Mostra prova 7.[FP].....</i>	<i>34</i>
<i>Annex figura 22: Observació prova 7: 12,5x.[FP].....</i>	<i>34</i>
<i>Annex figura 23: Observació prova 7: 25x.[FP].....</i>	<i>34</i>
<i>Annex figura 24: Observació prova 7: 50x.[FP].....</i>	<i>34</i>
<i>Annex figura 25: Mostra prova 9.[FP].....</i>	<i>34</i>
<i>Annex figura 26: Observació prova 9: 20x.[FP].....</i>	<i>34</i>
<i>Annex figura 27: Mostra prova 17.[FP].....</i>	<i>35</i>
<i>Annex figura 28: Observació prova 17: 16x.[FP].....</i>	<i>35</i>
<i>Annex figura 29: Observació prova 17: 20x.[FP].....</i>	<i>35</i>

Annex 2. Procediments proves inicials

- **Prova 1:** Depilat oxidant a pèl desfet de boví col·locant el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 1: Prova 1.

Pes pell = 56,6 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
200	Aigua			25,0
0,8	Hidròxid de sodi 50% 1:4	5'	11,50	25,7
0,3	Derivat amínic	10'	11,50	26,5
		10'	11,40	29,7
	Parada amb gel	5'	11,11	27,7
2	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,07	28,6
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	5'	11,50	28,6
2	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,07	29,9
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	5'	11,72	30,6
	Parada	30'		
3	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,07	29,9
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	5'	11,87	31,8
	Parada	30'	11,76	30,2
	Funcionament	7'	11,76	31,0
	Parada	1h		
	Funcionament	7'	11,51	30,3
	Parada	30'		
	Observacions	No ha desfet el pèl, ja que no es té el pH adequat, per tant, s'afegeix més sosa fins a arribar a un pH de 12,50 i a una temperatura de 30,1°C.		
18	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,50	30,1
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	12,35	32,1
	Parada	30'	12,45	30,4
	Funcionament	10'	12,42	32,8
	Parada	30'	12,51	30,1
	Observacions	S'observa l'oxidació del pèl i inflament de la pell. El pèl passa a ser una espècie de massa desfeta de color groc.		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	5'	12,59	26,0
		5'	12,55	27,8
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	5'	12,50	29,7
		5'	12,44	31,3
	Parada	30'		
Resultat no satisfactori, pèl desfet però pell molt inflada i excés d'ús d'hidròxid de sodi.				

- **Prova 2:** Depilat oxidant a pèl desfet de boví cobrint només la superfície del pèl. Mostra col·locada amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 2: Prova 2.

Pes pell = 155,0 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua(x3) ¹			19,5
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	12,33	19,8
0,3	Derivat amínic	15'	12,08	20,8
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,52	22,5
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,23	22,9
	Observacions	Comença a actuar.		
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,33	23,7
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	12,24	25,7
	Observacions	S'observa com inicia el procés de depilat, veient com el pèl canvia de textura iniciant una degradació.		
	Parada	15'	12,27	21,4
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,49	24,3
	Parada	5'		
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,83	24,6
	Parada	50'		
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,20	23,4
	Funcionament	10'	12,18	24,9
	Parada	1h	12,18	24,0
	Funcionament	15'		
	Parada	1h	12,06	24,8
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	15'	4,06	25,8
	Parada	2h	10,54	25,0
1	Àcid fòrmic 85% 1:10			
	Refredament	Canvi d'aigua del bany dels US.		
	Funcionament	15'	5,23	24,0
	Funcionament	10'	6,01	25,1
	Funcionament	10'	8,70	25,3
	Parada	12'	9,36	19,9

¹ S'afegeix 3 vegades aquest volum per cobrir només la superfície del pèl.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat satisfactori, pèl desfet.

- **Prova 3:** Depilat oxidant a pèl desfet de boví cobrint tota la mostra amb la dissolució, pèl col·locat amunt a ultrasons.

Annex taula 3: Prova 3.

Pes pell = 102,5 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua(x6) ¹			20,6
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,93	22,0
0,3	Derivat amínic	15'	11,61	25,5
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,29	27,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,58	27,9
	Observacions	Encara no actua.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,19	28,2
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,53	29,6
	Observacions	Inicia el procés de depilat però molt poc.		
	Parada amb refredament amb gel	15'	11,74	19,8
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,05	31,1
	Parada amb refredament amb gel	5'	12,31	20,6
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,55	30,3
	Parada	50'		
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	15'	11,78	28,3
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,12	27,6
	Parada	1h	12,05	26,8
	Observacions	Es pot afirmar que el procés ha depilat.		
	Funcionament	15'		
	Parada	1h	11,93	26,2
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	15'	11,15	27,4
	Parada	2h		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	15'	9,73	31,1
	Refredament	Canvi d'aigua del bany dels US.		
	Funcionament	15'	9,92	30,2
	Parada	Fins al dia següent	10,19	19,4

¹ S'afegeix 6 vegades aquest volum per cobrir tota la mostra.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat satisfactori, pèl desfet.

- Prova 2 i 3: Rentat, rendit, píquel, adobament, neutralització i greixatge a bombo

Annex taula 4: Procés conjunt proves 2 i 3.

Annex taula 4: Procés conjunt proves 2 i 3.				
Pes pells = 257,5 g				
%	Reactiu/acció	Temps rodar	pH	Temperatura (°C)
<u>RENTAT</u>				
250	Aigua	35'		25,0
	Escórrer			
250	Aigua	35'		25,0
	Escórrer			
<u>RENDIT</u>				
150	Aigua			30,0
0,6	Rindent oropon OR	45'	8,5	30,0
	Escórrer			
<u>PÍQUEL</u>				
80	Aigua	10'		25,0
8	NaCl	15'		
1	Àcid fòrmic 85% 1:5 ¹	15'+15'+15'=45'		
1	Àcid sulfúric 98% 1:10 ²	15'+15'=30'		
	Funcionament	3h 45'	4,0	23,5
	Observacions	S'ha arribat fins a pH=4, s'ha d'afegir més àcid fòrmic fins arribar a pH=3-3,5.		
0,2	Àcid fòrmic 85%	15'	3,68	23,5
0,2	Àcid fòrmic 85%	15'	3,50	23,3
0,2	Àcid fòrmic 85%	15'	3,37	23,4
	Rodar	3h		
	Observacions	Es deixa reposar durant tota la nit. Al dia següent es comprova el tall, observant com l'àcid ha penetrat fins obtenir una coloració verd-grogosa uniforme.		
<u>ADOBAMENT</u>				
8	Salcromo AB	5h	4,3	30,0
	Observacions	Després de rodar durant 5h, es realitza un tall a la mostra i amb verd de bromcresol es comprova el pH del tall. S'observa una coloració verda, per tant, el pH és pròxim a 4,3.		
	Escórrer			
	Parada	1 dia		
<u>NEUTRALITZAT</u>				
150	Aigua			28,0
1	NaHCO ₂	30'		28,0
1,5	NaHCO ₃	r=∅	5,5	28,0
	Escórrer			
<u>GREIXATGE</u>				
150	Aigua			
1	Oli cru			
6	Oli sulfatat			
1	Oli sulfitat	1h		40,0
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
	Escórrer			

¹ S'ha introduït mitjançant 3 tomes.

² S'ha introduït mitjançant 2 tomes.

¹ S'ha introduït mitjançant 3 tomes.

² S'ha introduït mitjançant 2 tomes.

- **Prova 4:** Repetició de la prova 1 provant diferents recipients per trobar el millor per regular la temperatura a ultrasons.

Annex taula 5: Prova 4.

Annex taula 5: Prova 4.				
Pes pell = 96,4 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
200	Aigua			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,86	20,5
0,3	Derivat amínic	15'	11,68	20,8
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,36	21,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,76	21,6
	Observacions	Encara no actua.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,28	22,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,74	22,7
	Observacions	Inicia el procés de depilat però molt poc.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,32	23,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,74	23,6
0,5 ¹	Hidròxid de sodi 50%	10'	11,99	23,9
0,5 ¹	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,20	22,8
	Parada	1h		
	Observacions	Ha iniciat el procés de depilat però depila molt poc.		
	Funcionament	15'	11,84	23,3
	Parada	15'		
	Funcionament	15'	11,74	23,4
	Observacions	No depila.		
0,5 ¹	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,40	22,8
	Parada	30'		
	Funcionament	30'	11,63	23,1
	Observacions	Segueix sense haver depilat però ha disminuït la mida dels pèls.		
	Funcionament	30'	11,46	24,6
	Observacions	Es realitza un canvi de safata, de porexpan a plàstic, per veure si el problema de que no depila és la temperatura, ja que el porexpan és més aïllant que la safata de plàstic.		
	Funcionament	15'		
	Repòs	Fins al dia següent	10,69	18,6
2	Hidròxid de sodi 50%	15'		
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'		
	Observacions	No es pot depilar ni es pot arrencar d'arrel el pèl, només l'ha desfet una mica superficialment.		
¹ S'ha d'afegir hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.				
Resultat no satisfactori, no depila a causa de l'aïllament.				

- Prova 5: Depilat oxidant a pèl desfet de pell de xai col·locant la mostra amb la llana avall a ultrasons.

Annex taula 6: Prova 5.

Pes pell = 61,6 g

%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua(x4) ¹			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,97	21,4
0,3	Derivat amínic	15'	11,63	22,5
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,41	23,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,83	23,7
	Observacions	Encara no actua.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,31	24,2
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,77	25,3
	Observacions	Encara no actua.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,29	26,2
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,92	26,3
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,20	25,4
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,36	24,1
	Observacions	Encara no actua.		
	Parada	1h		
	Observacions	Ha iniciat el procés de depilat però depila molt poc.		
	Funcionament	15'	12,19	24,3
	Parada	15'		
	Funcionament	15'	12,13	26,0
	Observacions	Com no pela, es realitza una toma més.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,35	26,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,91	26,8
	Parada	30'		
	Observacions	Es pot comprovar que ara sí ha iniciat el procés de depilat.		
	Funcionament	30'	11,91	24,3
	Funcionament	30'	11,61	26,7
	Observacions	S'observa una massa de queratina blanca, però el pèl no es pot arrencar, només està desfet.		
	Funcionament	15'		
	Repòs	Fins al dia següent	10,50	18,9
	Observacions	Gairebé no queda aigua, s'ha evaporat o la pell l'ha absorbit, per tant, s'afegeix un 30% d'aigua. Com no acaba de depilar, es fa una toma més de sosa i peròxid.		
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,53	22,0
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,0	23,2
	Observacions	Es comprova que la llana en contacte amb el líquid es desfà, però no es pot arrencar d'arrel.		

¹ S'afegeix 4 vegades el volum per cobrir només la superfície del pèl.

² S'ha hagut d'afegir hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat no satisfactori, ja que tot i que sí que depila, s'han hagut de realitzar 2 tomes de peròxid d'hidrogen i sosa addicionals.

- **Prova 6:** Depilat oxidant a pèl recuperat de xai amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 7: Prova 6.

Annex taula 7: Prova 6.

Pes pell = 44,0 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,00	25,0
	Escórrer			
DEPILAT				
30	Aigua(x8) ¹			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,73	21,1
0,3	Derivat amínic	15'	11,45	23,0
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,41	23,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,19	26,1
	Observacions			
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,32	25,7
0,5 ¹	Hidròxid de sodi 50%		12,45	22,0
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,90	26,7
	Observacions			
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,35	26,1
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'		
	Parada	1h	10,96	26,4
	Observacions	Comença a desfer-se la llana, però no es pot arrencar.		
	Funcionament	30'		
	Parada	30'		
	Observacions	S'obté una massa de llana gelatinosa blanca que no es pot arrencar d'arrel.		

¹ S'afegeix 8 vegades el volum per cobrir només la superfície del pèl.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat no satisfactori, ja que no es pot arrencar el pèl perquè s'ha desfet.

- **Prova 7:** Depilat oxidant a pèl recuperat de xai amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl amunt sense contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 8: Prova 7.

Pes pell = 41,0 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,00	25,0
	Escórrer			
DEPILAT				
30	Aigua(x8) ¹			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,65	20,3
0,3	Derivat amínic	15'	11,14	22,2
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,38	22,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,59	27,3
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,11	26,5
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,37	21,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,44	25,9
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,07	28,0
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%		12,32	23,7
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,57	26,1
	Parada	1h	11,46	25,3
	Observacions	S'observa que es pot arrencar el pèl sense problemes. Es troba com a problema que el pèl del voltant s'està desfent.		
	Funcionament	30'		
	Parada	30'	7,20	31,1
	Observacions	S'arrenca tota la llana possible, i es torna a encendre els US per arrencar la que falta.		
	Funcionament	30'		
	Parada	2h		
	Observacions	Es troba llana al voltant que es comença a desfer. S'ha d'extreure abans de 2h.		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'	8,81	30,7
	Parada	30'	9,10	18,4

¹ S'afegeix 8 vegades el volum per cobrir només la superfície de la carn.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat satisfactori ja que s'ha pogut extreure sense problemes la llana del xai i recuperar-la.

- **Prova 8:** Depilat oxidant a pèl recuperat de boví amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 9: Prova 8.

Annex taula 9: Prova 8.

Pes pell = 119,2 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,00	25,0
	Escórrer			
DEPILAT				
30	Aigua(x3) ¹			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,42	22,6
0,3	Derivat amínic	30'	11,03	28,6
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,10	29,2
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,32	27,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,47	29,7
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,36	26,4
1,4	Peròxid d'hidrogen (50%)	30'	11,60	29,3
	Observacions	Es pot veure com comença a depilar el pèl, però el desfà.		
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,22	31,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,82	33,3
	Parada	30'		
	Observacions	Ha desfet tot el pèl.		

¹ S'afegeix 3 vegades el volum per cobrir només la superfície del pèl.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat no satisfactori, ja que el pèl s'ha desfet, per tant, la calç no ha immunitzat suficient.

- **Prova 9:** Depilat oxidant a pèl recuperat de boví amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl amunt sense contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 10: Prova 9.

Pes pell = 86,0 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,00	25,0
	Escórrer			
DEPILAT				
30	Aigua(x3) ¹			
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,50	20,2
0,3	Derivat amínic	30'	11,07	25,7
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,34	24,5
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,21	27,3
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,28	27,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,44	26,9
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,31	26,8
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	30'	11,40	34,2
	Observacions	S'observa com es comença a depilar pels voltants però el centre del pèl està encara intacte. No es pot arrencar amb facilitat.		
	Parada	30'	11,40	21,2
	Funcionament	20'		
	Parada	30'		
	Observacions	S'aconsegueix extreure una mica pèl d'arrel arrencant-lo amb la mà.		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	15'		
¹ S'afegeix 3 vegades el volum per cobrir la superfície de la carn.				
Resultat no satisfactori, ja que es pot arrencar el pèl manualment però no de tota la pell, i hi ha dificultats.				

- **Prova 10:** Repetició prova 9 amb menys volum de bany i reduint el temps de funcionament dels ultrasons.

Annex taula 11: Prova 10.

Pes pell = 107,7 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,00	25,0
	Escórrer			
DEPILAT				
30	Aigua (x2) ¹			18,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,95	18,3
0,3	Derivat amínic	20'	11,71	20,1
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,36	22,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,56	24,4
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,30	26,5
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,53	30,3
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,40	26,0
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,62	29,9
	Observacions	Es pot començar a arrencar pèl. Pèl de la mostra en perfecte estat. Pell poc inflada, rígida.		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
	Observacions	Es pot extreure gairebé tot el pèl de la mostra sense massa dificultat. Vores mig desfetes a causa d'estar en contacte amb els reactius, però centre intacte.		

¹ S'afegeix 2 vegades el volum per cobrir la superfície de la carn.

Resultat satisfactori, ja que es pot arrencar el pèl manualment sense dificultats.

- Prova 11: Depilat oxidant a pèl recuperat de boví sense immunització col·locant la mostra amb el pèl amunt sense contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 12: Prova 11.

Pes pell = 121,6 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua (x2) ¹			18,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,98	18,2
0,3	Derivat amínic	20'	11,61	21,3
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,36	24,5
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,65	24,4
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,32	26,1
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,34	30,6
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,25	28,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,55	27,8
	Observacions	Es pot començar a arrencar pèl. Pèl de la mostra una mica desfet però encara en bon estat. Pell inflada.		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
	Funcionament	15'		
	Parada	15'		
	Observacions	Es pot extreure part del pèl, però majoritàriament s'ha desfet.		

¹ S'afegeix 2 vegades el volum per cobrir la superfície de la carn.

Resultat no satisfactori, ja que es només pot arrencar la part central del pèl, la resta s'ha desfet.

- Proves 10 i 11: àcid fòrmic a bombo.

Annex taula 13: Proves 10 i 11 juntes.

Pes pell = 229,3 g				
%	Reactiu/Acció	Temps rodar	pH	Temperatura (°C)
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
	Rodar	4 h		
	Repòs	Deixar tota la nit en bany	9,19	23,8
	Observacions	Es comprova que les pells s'han desinflat i no tenen la flor danyada.		

Annex 3. Procediments proves finals

- **Prova 13:** Aplicació fórmula prova 2: Depilat oxidant a pèl desfet de boví cobrint només la superfície del pèl col·locant la mostra amb el pèl avall en contacte amb la dissolució a ultrasons.

Annex taula 14: Prova 13.

Pes pell = 458,0 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua(x2) ¹			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,62	23,4
0,3	Derivat amínic	20'	11,13	25,9
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,30	25,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,12	30,0
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,20	30,7
0,2 ²	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,38	24,7
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,53	30,4
	Observacions	Comença a desfer el pèl. S'observa que hi ha la temperatura alta del bany, aleshores es refreda canviat 1L d'aigua del bany.		
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,36	28,2
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,45	30,2
	Funcionament	20'		
	Parada	60'		
	Funcionament	25'		
	Parada	35'		
	Observacions	S'observa com una zona de la mostra comença a estar molt tova. Massa estona de contacte amb els reactius i s'ha menjat la flor.		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	10'	10,46	
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	10'	10,30	
1 ³	Àcid fòrmic 85% 1:10	20'	8,24	
	Observacions	S'ha mirat el tall per saber si l'àcid ha travessat la pell. S'observa que al tall al tirar fenolftaleïna queda de color transparent, tot penetrat.		

¹ S'afegeix 2 vegades el volum per cobrir només la superfície del pèl.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

³ L'àcid no penetra dins, s'afegeix més.

Resultat no satisfactori, ja que es troba la flor feta malbé per zones, segurament els reactius han actuat durant massa estona.

- Prova 14: Aplicació fórmula prova 2: disminuint el temps de funcionament dels ultrasons.

Annex taula 15: Prova 14.

Pes pell = 415,4 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua (x2) ¹			19,6
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,67	20,0
0,3	Derivat amínic	20'	11,24	27,0
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,23	27,4
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,33	27,0
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,31	26,8
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,55	28,2
	Observacions	Comença a desfer el pèl.		
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,39	31,0
	Observacions	Al arribar a 31°C es canvia l'aigua del US per refredar el bany.		
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,60	26,8
	Observacions	La flor es comença a descompondre en trossos. Probablement a causa de la temperatura elevada.		
	Funcionament	5'		
	Parada	15'		
	Funcionament	10'		
	Parada	20'		
	Observacions	Segueix desfent el pèl però no tot. Es troba una zona de la flor afectada.		
	Funcionament	5'		
	Observacions	La zona de la flor més degradada és la que conté encara més pèl sense desfer..		
	Observacions	Processos a continuació a bombo.		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
	Rodar	6h	8,27	
	Observacions	Es troba que està casi tot l'àcid penetrat però li falta una mica al centre per entrar. Flor molt danyada. No serveix.		

¹ S'afegeix 2 vegades el volum per cobrir només la superfície del pèl.

Resultat no satisfactori, ja que hi ha la flor danyada.

- Prova 15: Aplicació fórmula prova 2: controlant que la temperatura del bany no superi els 28,5°C.

Annex taula 16: Prova 15.

Pes pell = 455,4 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
30	Aigua			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,70	20,5
0,3	Derivat amínic	15'	11,42	28,0
	Observacions	Ha augmentat molt la temperatura. Es realitza un parada de 5 minuts. S'inicia la següent toma a una temperatura de 24,4°C.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,28	27,0
0,4 ¹	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,54	27,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,58	27,5
	Observacions	Pèl sense desfer. Canvi de color cap a groc per l'efecte del peròxid.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,48	25,6
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,77	28,5
	Observacions	A causa de l'augment de temperatura es fa canvi d'una part de l'aigua del bany i s'incorporen gels. Temperatura actual: 26,5°C. Comença a desfer el pèl.		
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,52	28,5
	Observacions	S'ha fet malbé la flor en petites zones, segurament a causa de la temperatura. Segueix havent-hi zones on el pèl no està acabat de desfer. Es canvia tota l'aigua del bany. Temperatura actual: 17,9°C		
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,36	19,9
	Funcionament	5'		
	Parada	10'		
	Funcionament	10'		
	Parada	15'		
	Funcionament	10'		
	Observacions	Encara queda pèl per desfer. Es troba la flor afectada per més zones.		

¹ S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

Resultat no satisfactori, pèl sense desfer i flor danyada.

- **Prova 17:** Aplicació fórmula prova 10: Depilat oxidant a pèl recuperat de boví amb prèvia immunització amb hidròxid de calci col·locant la mostra amb el pèl amunt a ultrasons.

Annex taula 17: Prova 17.

Pes pell = 411,4 g				
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)
IMMUNITZACIÓ (a bombo)				
100	Aigua			25,0
0,5	Hidròxid de calci	15'		25,0
	Escórrer			
DEPILAT				
30	Aigua(x3) ¹			20,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	15'	11,32	23,9
0,3	Derivat amínic	30'		
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,02	29,3
1 ²	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,30	26,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,81	31,7
2	Hidròxid de sodi 50%	15'	12,13	33,0
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,29	31,0
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,89	35,1
	Parada	40'		
	Observacions	Es pot començar a arrencar pèl sencer de la zona on el líquid només toca per la part de sota. La zona on el líquid toca el pèl comença a desfer-se i no es pot arrencar.		
2	Hidròxid de sodi 50%	20'	12,14	31,5
0,5 ²	Hidròxid de sodi 50%	5'	12,28	31,0
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	15'	11,79	33,1
	Observacions	S'observa que s'ha desfet el pèl i no es pot arrencar, per tant, aquesta prova no serveix com a prova de recuperació de pèl. Es gira la mostra perquè els reactius acabin de desfer tot el pèl.		
	Funcionament	15'		
	Parada	20'		
	Observacions	Ha desfet majoritàriament la part del pèl que quedava i es poden observar unes taques blanquinoses a la part de la pell de la mostra, segurament és calç.		
	Funcionament	25'		
	Parada	15'		
	Observacions	Es troba tota la mostra depilada, sense pèl.		
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'	11,21	34,0
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
1 ³	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'	8,9	27,7
0,5 ³	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
	Observacions	L'àcid no penetra dins la pell, segurament a causa de la calç.		

¹ S'afegeix 3 vegades el volum per cobrir la superfície de la carn de la mostra.

² S'ha afegit hidròxid de sodi per tal d'augmentar el pH.

³ S'ha d'afegir més àcid fòrmic ja que l'àcid no penetra.

Resultat no satisfactori, ja que no s'ha pogut recuperar gran part del pèl a causa de que s'ha desfet.

Annex 4. Procediments proves formulacions vàlides

- Prova 12: Depilat reductor de boví a bombo.

Annex taula 18: Prova 12 - Depilat reductor.			
Pes pell = 926,0 g			
%	Reactiu/Acció	Temps rodar	Temperatura (°C)
<u>DEPILAT</u>			
200	Aigua		25,0
1,5	Sulfat de sodi		
1,5	Hidròxid de calci	45'	
1,5	Sulfat de sodi		
1,5	Hidròxid de calci	45'	
	Rodar	2 h	25,0
	Observacions	La majoria de la mostra ja està depilada. Forta olor provinent del bany.	
	Rodar	6 h	
	Parada	En bany durant la nit.	
	Observacions	Pell totalment depilada.	
<u>RENTAT</u>			
250	Aigua	35'	25,0
	Escórrer		
250	Aigua	35'	25,0
	Escórrer		
	Observacions	Es porta la mostra a una empresa externa a dividir.	
<u>DIVIDIT</u>			
Pes pell dividida = 884,5 g			
<u>DESENCALCINAT</u>			
100	Aigua		35,0
1,2	Sulfat d'amoni	30'	
0,5	Bisulfit de sodi	15' ; pH=8,0	
	Observacions	Es mira el tall amb fenolftaleïna, coloració transparent, desencalcinat.	
	Escórrer		
<u>RENDIT</u>			
200	Aigua		30,0
1	Rindenr oropon OR	45'	30,0
	Escórrer		
<u>PÍQUEL</u>			
80	Aigua		25,0
8	NaCl (7,5 °Bé)	25'	
1	Àcid fòrmic 85% 1:5 ¹	15'+15'+15' = 45'	25,0
0,8	Àcid sulfúric 98% 1:10 ²	15'+15' = 30'	25,0
	Rodar	2h ; pH=3,25	25,0
	Observacions	Es mira el tall, tot l'àcid penetrat.	
¹⁻² S'introdueix mitjançant diverses tomes.(¹ tres tomes / ² dues tomes)			

- Prova 16: Depilat oxidant a pèl desfet de boví a ultrasons.

Annex taula 19: Prova 16 - Depilat oxidant a pèl desfet.					
Pes pell = 340,0 g					
%	Reactiu/Acció	Temps US	pH	Temperatura (°C)	Temperatura bany (°C)
DEPILAT					
30	Aigua (x1,5) ¹			17,5	12,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,70	18,1	15,8
0,3	Derivat amínic	15'	11,56	21,9	20,0
2	Hidròxid de sodi 50 %	10'	12,58	23,6	22,9
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,55	24,8	24,9
	Observacions	Encara no actua. Es canvia tota l'aigua del bany dels US al arribar als 25°C. Temperatura actual = 17,0 °C			
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,53	21,7	21,5
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,84	24,0	24,2
	Observacions	Inicia el procés de depilat desfent el pèl però molt poc.			
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,58	23,0	22,5
	Observacions	Es canvia l'aigua del bany. Temperatura actual = 19,0 °C			
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,55	24,5	24,6
	Parada/Funcionament US	30'/10'			
	Parada/Funcionament US	30'/15'			
	Parada US				
	Observacions	Pràcticament tot depilat però encara es poden apreciar zones on encara falta actuar.			
	Funcionament/Parada US	5'/15'			
	Funcionament/Parada US	2'/1 h			
	Observacions	Tota la mostra depilada. Flor en perfecte estat.			
	Observacions	Processos a continuació realitzats a bombo.			
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	1 h			
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'			
	Rodar	4 h			
	Repòs	Tota la nit	8,32		
	Observacions	Comprovació del tall: tot incolor, àcid totalment travessat.			
	Escórrer				
RENTAT					
250	Aigua	35'		25,0	
	Escórrer				
250	Aigua	35'		25,0	
	Escórrer				
RENDIT					
150	Aigua			30,0	
0,6	Rindent oropon OR	45'	8,45	30,0	
	Escórrer				
PÍQUEL					
80	Aigua			25,0	
8	NaCl (7 °Bé)	25'		25,0	
1	Àcid fòrmic 85% 1:5 ²	15'+15'+15' = 45'		25,0	

0,5	Àcid sulfúric 98% 1:10 ³	15'+15' = 30'	3,35	25,0	
	Observacions	Es mira el tall i no hi ha l'àcid penetrat, per tant, s'afegeix més àcid.			
0,4	Àcid sulfúric 98% 1:10 ³	15'+15' = 30'		25,0	
	Rodar	2,5 h	2,87	25,0	
	Observacions	Es mira el tall, tot l'àcid penetrat.			
¹ S'afegeix 1,5 el volum per cobrir només la superfície del pèl.					
⁴ S'introdueix mitjançant 3 tomes.					
⁵ S'introdueix mitjançant 2 tomes.					

- Prova 18: Depilat oxidant a pèl recuperat de boví a ultrasons.

Annex taula 20: Prova 18 - Depilat oxidant a pèl recuperat.					
Pes pell = 368,8 g					
<u>%</u>	<u>Reactiu/Acció</u>	<u>Temps US</u>	<u>pH</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Temperatura bany (°C)</u>
<u>IMMUNITZACIÓ (a bombo)</u>					
100	Aigua			25,0	
0,5	Hidròxid de calci	15'	10,00	25,0	
	Escórrer				
<u>DEPILAT</u>					
30	Aigua			16,3	10,0
0,5	Hidròxid de sodi 50% 1:4	10'	11,84	16,8	14,6
0,3	Derivat amínic	15'	11,74	19,0	18,8
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,43	22,2	22,3
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,41	23,4	24,4
	Observacions	Pell una mica inflada, encara no deixa anar pèl. Pèl en perfecte estat.			
2	Hidròxid de sodi 50%	10'	12,43	24,6	26,8
	Observacions	Augment significatiu de la temperatura. Canvi de l'aigua del bany. Temperatura actual: 23,5 °C.			
1,4	Peròxid d'hidrogen 50%	10'	11,36	25,2	24,8
	Observacions	Es realitza l'extracció de pèl manualment sense dificultats. Hi ha zones que encara no es pot arrencar el pèl.			
	Funcionament US	10'			
	Observacions	Tot el pèl extret. No ha fet falta la realització de la tercera toma de sosa i peròxid.			
	Observacions	Processos a continuació realitzats a bombo.			
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'			
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'			
	Rodar	5 h	7,90	18,2	
	Parada	Tota la nit			
	Observacions	Comprovació del tall: tot incolor, àcid totalment travessat.			
	Escórrer				
<u>RENTAT</u>					
250	Aigua	35'		25,0	
	Escórrer				
250	Aigua	35'		25,0	
	Escórrer				
<u>RENDIT</u>					
150	Aigua			30,0	
0,6	Rindent oropon OR	45'	8,49	30,0	
	Escórrer				
<u>PÍQUEL</u>					
80	Aigua	10' ¹		25,0	
8	NaCl (6,5 °Bé)	15' ²		25,0	
1	Àcid fòrmic 85% 1:5 ³	15'+15'+15' = 45'		25,0	
0,5	Àcid sulfúric 98% 1:10 ⁴	15'+15' = 30'		25,0	

	Rodar	7 h	3,18	25,0	
	Observacions	Es mira el tall amb verd de bromcresol, tot l'àcid penetrat.			
¹ S'ha barrejat prèviament l'aigua amb la sal dins el bombo, i s'ha deixat un període de 10 minuts perquè es dissolgui abans d'introduir la pell dins el bombo.					
² Un cop hi ha la sal dissolta amb l'aigua, s'introdueix la pell dins el bombo i es fa rodar durant 15 minuts.					
³ S'introdueix mitjançant 3 tomes.					
⁴ S'introdueix mitjançant 2 tomes.					

- Adobament, neutralitzat i greixatge de les proves definitives a bombo

Annex taula 21: Adobament, neutralitzat i greixatge de les proves definitives.				
Pes pells = 1593,3 g				
%	Reactiu/Acció	Temps rodar	pH	Temperatura (°C)
<u>BANY PÍQUEL</u>				
80	Aigua			25,0
8	NaCl (8 °Bé)	10'		
<u>ADOBAMENT</u>				
8	Salcromo AB	1 dia	3,35	35,0
	Observacions	El pH ha de ser superior a 3,8 i hi ha un pH de 3,35 durant tot l'adobament. Afegim més salcromo AB.		
0,5	Salcromo AB	8 h	4,00	40,0
	Observacions	Es comprova el tall amb verd de bromcresol. Tot el tall té el mateix color verd.		
0,1	Fungicida			
	Escórrer			
	Repòs	2 dies		
<u>NEUTRALITZAT</u>				
150	Aigua			
1	Formiat de sodi ¹	15'+15'=30'		28,0
1,5	Bicarbonat de sodi	r=Ø	5,5	28,0
	Observacions	S'observa el tall amb verd de bromcresol. Tot blau, per tant, tot penetrat.		
	Escórrer			
<u>GREIXATGE</u>				
150	Aigua			
1	Oli cru			
6	Oli sulfatat			
1	Oli sulfatat	1 h		40,0
1	Àcid fòrmic 85% 1:10	30'		
	Escórrer			
	Parada	2 dies		
<u>ASSECAR</u>				
¹ Es realitza l'operació en dues tomes.				

Annex 5. Assajos físics i químics del cuir

Condicionament

És molt important condicionar la mostra prèviament abans de la realització dels assajos físics, ja que la temperatura i la humitat relativa influeixen en les seves propietats físiques.[17, p. 34]

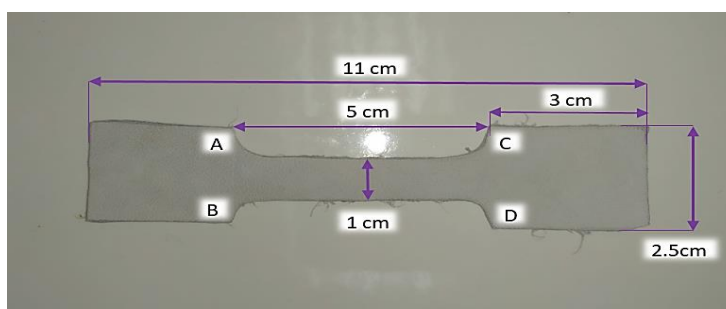
Les condicions ambientals segons UNE-EN ISO 2419 han de ser:

- Temperatura: 23,0±2,0 °C
- Humitat relativa: 50,0±5,0 %

Resistència a la tracció i el percentatge d'allargament

Per cada mostra es troquen una proveta en sentit longitudinal i una altra en sentit transversal segons IUP 2.

Les provetes tenen una mida estàndard:



Annex figura 1: Proveta assaig tracció [FP].

Un cop es tenen les provetes, es mesura el gruix en 3 punts diferents de la proveta: punt mig i extrems.

Aquesta proveta es fixa entre dues mordasses, en les posicions AB i CD d'un dinamòmetre, les quals se separen progressivament a una velocitat constant realitzant una força determinada fins que la proveta es trenca, proporcionant-nos la força de tracció. Alhora, el dinamòmetre ens dóna el valor de l'allargament que pateix la proveta en l'assaig.[17, p. 41-44]

Per calcular la resistència a la tracció, s'utilitza la fórmula següent segons IUP 6:

$$\text{Resistència a la tracció} \left(\frac{N}{mm^2} \right) = \frac{\text{Força màxima (N)}}{\text{Amplada (mm)} \cdot \text{Espessor (mm)}}$$

Resistència a l'esquinçament

L'assaig de determinació de la resistència a l'esquinçament es realitza per determinar la capacitat del cuir per resistir tensions de diferents direccions.

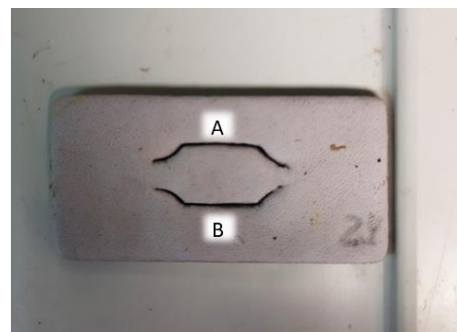
En aquest cas també s'ha de procedir a la realització de dues provetes, una en cada sentit, amb motlles i troqueladora segons IUP 2, però serà un motlle diferent a l'assaig de tracció.

Es realitzen les mesures pertinents de gruix i es procedeix a l'assaig.

Al dinamòmetre es col·loquen unes mordasses que subjectaran la mostra entre els punts A i B. Aquest ens proporcionarà la màxima càrrega que suporta la proveta fins que s'esquinça.[17, p. 45-48]

Per calcular la resistència a l'esquinçament, s'utilitza la fórmula següent segons IUP 8:

$$\text{Resistència a l'esquinçament} \left(\frac{N}{mm} \right) = \frac{\text{Força màxima (N)}}{\text{Espessor (mm)}}$$

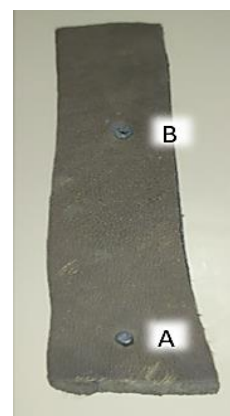


Annex figura 2: Proveta assaig esquinçament.[FP]

Temperatura de contracció

Les pells tenen un percentatge de col·lagen en les fibres. Aquest es pot veure afectat de sobte en arribar a una temperatura determinada. Aquesta temperatura és la temperatura de contracció i ens proporciona el grau d'estabilització del col·lagen.

El procediment es realitza submergint una proveta de la mostra de pell en un fluid, com podria ser una mescla d'aigua-glicerina. Aquesta proveta està subjectada per dos punts, un immòbil (A) i l'altre mòbil (B), que gràcies a una agulla ens senyala qualsevol moviment de la proveta. Aquest líquid s'escalfa progressivament, i amb ajuda d'un termòmetre es pot determinar quina és la temperatura de contracció. Procediment segons IUP 16.[17, p. 71-72]



Annex figura 3: Proveta assaig temperatura de contracció.[FP]

Determinació del contingut de crom d'una mostra de pell

Per a poder realitzar l'anàlisi del crom de la pell, primerament s'ha de destruir la matèria orgànica amb una digestió àcida i oxidar el crom a dicromat. Posteriorment es valorarà aquest dicromat amb tiosulfat de sodi a través d'una iodometria, segons IUC 8. [17, p. 110-114]

$$\frac{mL \text{ tiosulfat } 0,1N}{\text{pes pell (g)}} \cdot 0,2534 = \% Cr_2O_3$$

Procediment:

- Pesar 1,0000-2,0000 g de cuir triturat en balança analítica i introduir en un erlenmeyer de 500 mL de boca ampla.
- Afegir 5 mL d'àcid nítric concentrat. Moure suaument fins que tota la pell estigui impregnada.
- Addicionar 15 mL de mescla d'àcid perclòric-sulfúric (3:1) i cobrir l'erlenmeyer amb un embut per tal que puguin sortir els vapors.
- Escalfar fins a ebullició.
- S'observa un canvi de viratge cap a taronja i seguir escalfant 1-2 minuts.
- Refredar lentament a l'aire i posteriorment amb aigua freda.
- Diluir amb 150 mL d'aigua destil·lada i addicionar trossets de porcellana porosa.
- Bullir durant 7-10 minuts i tornar a deixar refredar.
- Addicionar 1-2 g de iodur potàssic. S'observarà una coloració negra.
- Deixar a la foscor durant 10 minuts.
- Valorar amb tiosulfat de sodi 0,1 N fins a color groc. Afegir 5 mL de midó i seguir valorant fins a color verd clar.

Reaccions:

Addició del iodur potàssic: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6I^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$

Valoració: $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_3^{2-} + 2I^-$

Relació de crom (III) a òxid de crom (III): $2Cr^{+3} + H_2O \rightarrow Cr_2O_3$

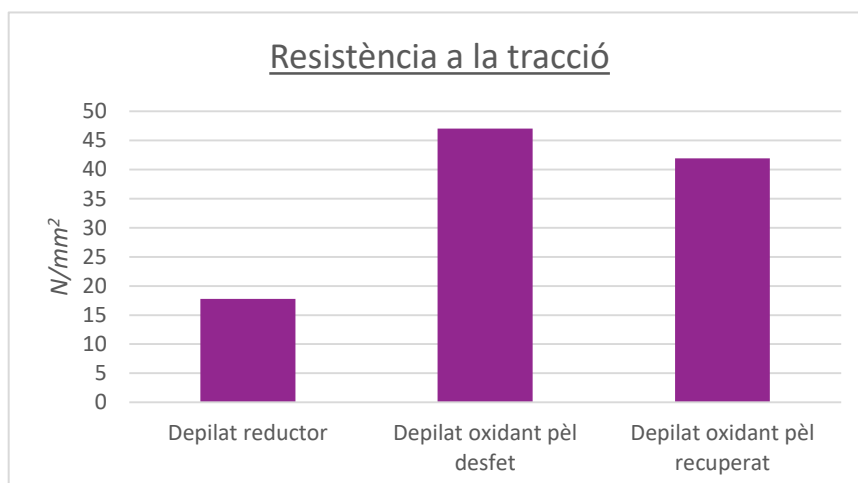
Annex 6. Taules i gràfiques assajos

- Determinació del gruix

Annex taula 22: Gruix mostres.					
		Gruix (mm)			
	Mostra	1	2	3	Mitjana
Reductor	1.1	1,55	1,14	1,45	1,38
	1.2	1,78	1,92	2,23	1,98
	1.3	1,10	1,30	1,60	1,33
	1.4	0,93	1,10	1,03	1,02
	1.5	1,35	1,30	1,57	1,41
	1.6	1,65	1,65	1,74	1,68
Pèl desfet	2.1	2,45	2,49	2,61	2,52
	2.2	2,95	2,96	2,90	2,94
	2.3	2,72	2,82	2,64	2,73
	2.4	2,56	2,92	2,70	2,73
	2.5	2,73	2,94	2,93	2,87
	2.6	2,35	2,40	2,95	2,57
Recuperació pèl	3.1	2,98	2,11	2,24	2,44
	3.2	2,75	2,22	2,65	2,54
	3.3	2,54	2,57	2,80	2,64
	3.4	2,50	2,87	2,70	2,69
	3.5	2,50	2,00	2,03	2,18
	3.6	2,70	2,60	2,42	2,57

- Resistència a la tracció

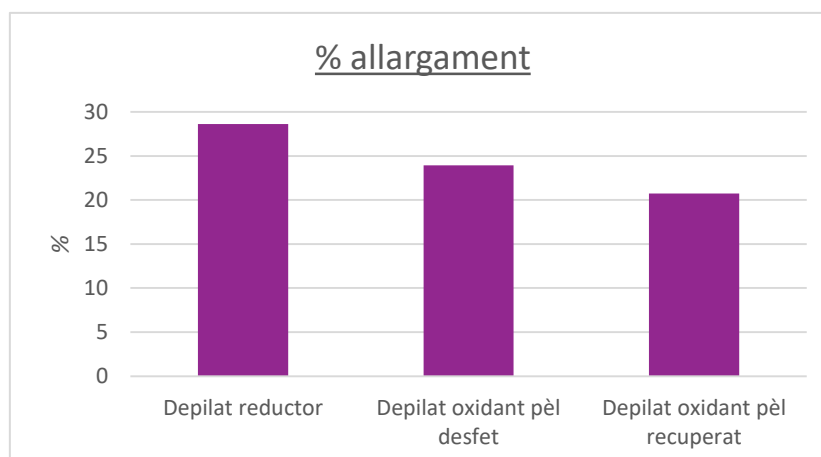
Annex taula 23: Resistència a la tracció.							
			Força de tracció				
	Mostra	Gruix (mm)	kg	N	N/mm ²	Mitjana (N/mm ²)	Mitjana total (N/mm ²)
Reductor	1.1	1,38	25,00	245,25	17,77	16,33	17,79
	1.2	1,98	30,00	294,30	14,89		
	1.5	1,41	30,50	299,21	21,27	18,52	
	1.6	1,68	27,00	264,87	15,77		
Pèl desfet	2.1	2,52	125,50	1231,16	48,92	52,27	47,06
	2.2	2,94	166,50	1633,37	55,62		
	2.5	2,87	132,50	1299,83	45,34	44,46	
	2.6	2,57	114,00	1118,34	43,57		
Recuperació pèl	3.1	2,44	104,50	1025,15	41,96	39,32	41,94
	3.2	2,54	95,00	931,95	36,69		
	3.5	2,18	92,00	902,52	41,46	44,56	
	3.6	2,57	125,00	1226,25	47,65		



Annex figura 4: Gràfica resistència a la tracció.

- % d'allargament de ruptura

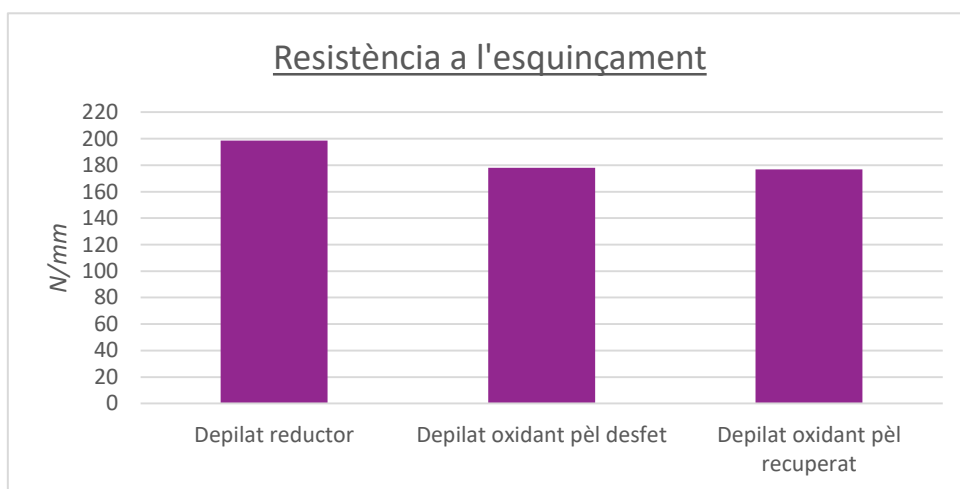
Annex taula 24: % Allargament de ruptura.					
			% Allargament de ruptura		
	Mostra	Gruix (mm)	%	Mitjana (%)	Mitjana total (%)
Reductor	1.1	1,38	38,00	31,45	28,63
	1.2	1,98	24,90		
	1.5	1,41	30,20	25,80	
	1.6	1,68	21,40		
Pèl desfet	2.1	2,52	26,50	20,25	23,93
	2.2	2,94	14,00		
	2.5	2,87	21,80	27,60	
	2.6	2,57	33,40		
Recuperació pèl	3.1	2,44	26,30	22,05	20,75
	3.2	2,54	17,80		
	3.5	2,18	26,50	19,45	
	3.6	2,57	12,40		



Annex figura 5: Gràfica % allargament.

- Resistència a l'esquinçament

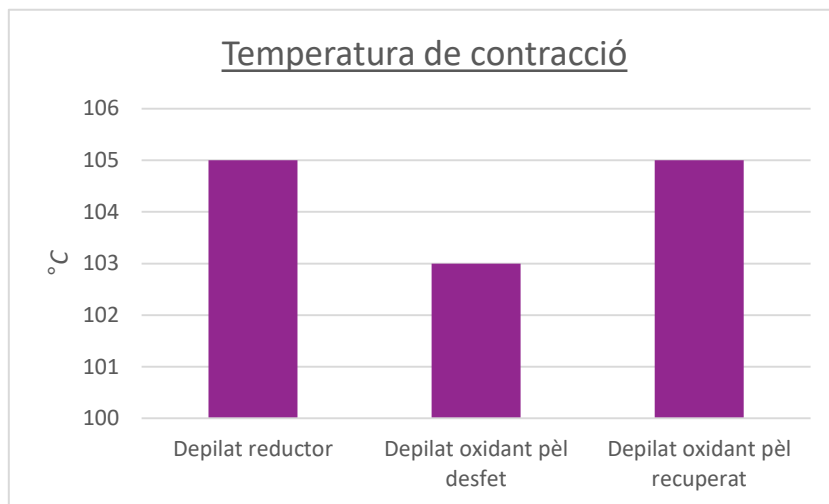
Annex taula 25: Resistència a l'esquinçament.						
			Força d'esquinçament			
	Mostra	Gruix (mm)	kg	N	N/mm	Mitjana (N/mm)
Reductor	1.3	1,33	26,50	259,97	194,97	198,47
	1.4	1,02	21,00	206,01	201,97	
Pèl desfet	2.3	2,73	52,50	515,03	188,88	178,09
	2.4	2,73	46,50	456,17	167,30	
Recuperació pèl	3.3	2,64	45,50	446,36	169,29	176,73
	3.4	2,69	50,50	495,41	184,17	



Annex figura 6: Gràfica resistència a l'esquinçament.

- Determinació de la temperatura de contracció

Annex taula 26: Temperatura de contracció.			
	Mostra	Temperatura de contracció (°C)	Mitjana (°C)
Reductor	1.1	105,5	105,0
	1.2	104,5	
Pèl desfet	2.1	103,5	103,0
	2.2	102,5	
Recuperació pèl	3.1	105,0	105,0
	3.2	105,0	

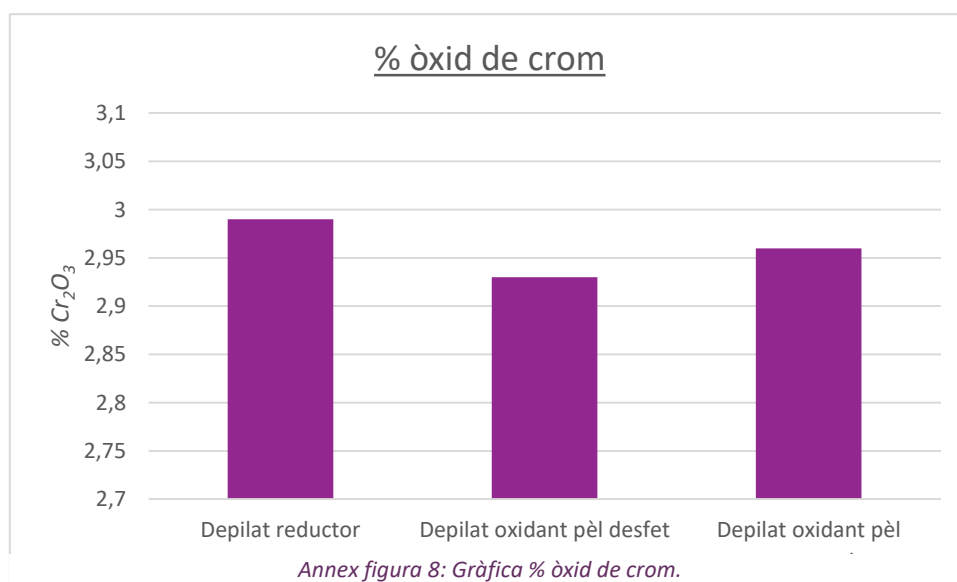


Annex figura 7: Gràfica temperatura de contracció.

- Determinació del % d'òxid de crom

Annex taula 27: % Òxid de crom.

	<u>Mostra</u>	<u>Pes mostra (g)</u>	<u>Volum tiosulfat (mL)</u>	<u>% Òxid de crom</u>	<u>Mitjana (%)</u>
Reductor	1-1	1,53	17,8	2,95	2,99
	1-2	1,25	15,0	3,04	
Pèl desfet	2-1	1,60	17,4	2,76	2,93
	2-2	1,21	14,8	3,10	
Recuperació pèl	3-1	1,55	18,0	2,94	2,96
	3-2	1,31	15,4	2,98	



Annex figura 8: Gràfica % òxid de crom.

Annex 7. Fotografies material



Annex figura 9: Bombo Simplex-2
Inoxvic. [FP]



Annex figura 10: Troqueladora IMU.
[FP]



Annex figura 11: Bombo Simplex-D.D.
Inoxvic. [FP]



Annex figura 12: Sonda Tester series 1-5 Subtecsa.
[FP]



Annex figura 13: Bombo Italprogetti engineering.
[FP]



Annex figura 14: Micròmetre JBA. [FP]



Annex figura 15: Dinamòmetre JBA. [FP]



Annex figura 16: Microscopi Leica. [FP]

Annex 8. Fotografies procés depilat proves definitives



Annex figura 17: Procés de depilat prova 12.[FP]



Annex figura 18: Procés de depilat prova 16.[FP]



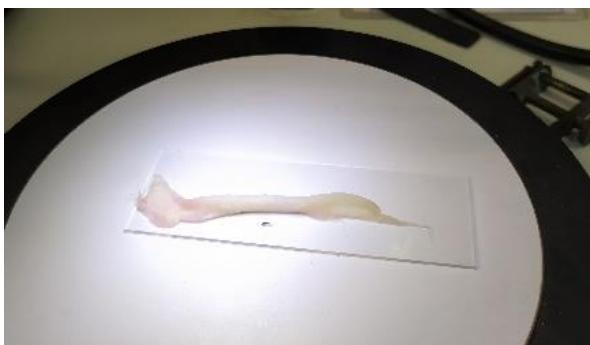
Annex figura 19: Procés de depilat prova 18.[FP]



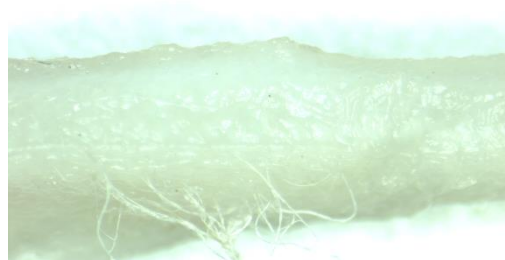
Annex figura 20: Pèl extret manualment de la prova 18.[FP]

Annex 9. Fotografies microscopi

- Observació microscopi prova 7



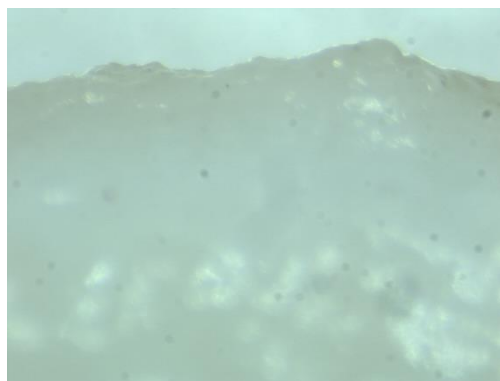
Annex figura 21: Mostra prova 7.[FP]



Annex figura 22: Observació prova 7: 12,5x.[FP]



Annex figura 23: Observació prova 7: 25x.[FP]

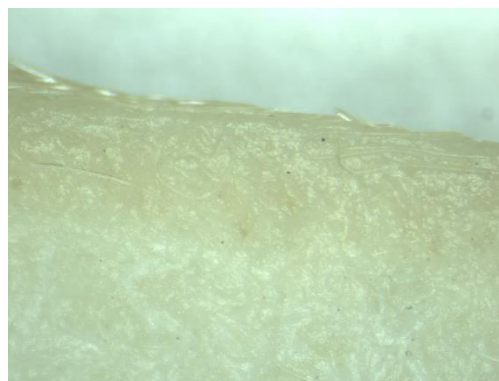


Annex figura 24: Observació prova 7: 50x.[FP]

- Observació microscopi prova 9



Annex figura 25: Mostra prova 9.
9.[FP]



Annex figura 26: Observació prova 9: 20x.[FP]

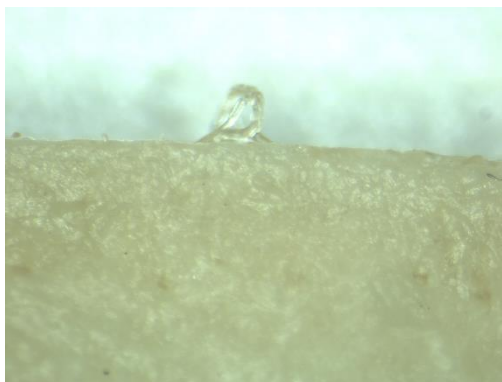
- Observació microscopi prova 17



Annex figura 27: Mostra prova 17.[FP]



Annex figura 28: Observació prova 17: 16x.[FP]



Annex figura 29: Observació prova 17: 20x.[FP]